

Xələfli A.A.

**Geofiziki
kəşfiyyat
üsulları**

Giriş

Yer qabığının dərin qatlarında tükənməz qiymətli sərvətlər mövcuddur. Bu sərvətlərin yerləşdiyi yerləri dəqiq təyin etmək məqsədi ilə alimlər axır bir neçə on ildir ki, dəqiq təbiət elimlərini birləşdirərək böyük sıçrayışla inkişaf edən yeni elmi istiqamət “Geofiziki kəşfiyyat” üsullarını işləyib hazırlamışlar.

Axır vaxtlar təyyarələrə, avtomaşınalara, vertolyotlara xüsusi geofiziki cihazlar, stansiyalar yerləşdirməklə az müddət ərzində böyük əraziləri tədqiq etməklə yeni xammal yataqları aşkar etməyə nail olmuşlar. Belə işlərin nəticəsi olaraq böyük filiz yataqları aşkar edilmişdir. Beləliklə, fiziki üsulların geniş miqyaslı işləri müvəffəqiyyətlə inkişaf edərək təcrübi olaraq, faydalı qazıntıların axtarışına tətbiq olunmağa başlamışdır.

Yerin səthinə yaxın yerləşən, asanlıqla tapıla bilən yataqlar artıq istismara verilib, əsasən tükənibdir. Ona görə də faydalı qazıntıların ehtiyatını artırmaq üçün dərin qatlardakı yataqların kəşfiyyatına başlamaq zərurəti yaranmışdır. Bizim yüzilliyin 30-cu illərində neftin gələcəyi çoxlarını təşvişə salmışdır, çünki onun hesablanmış ehtiyatı çox deyildir.

Yeni elmi-tədqiqat üsulları əsasında külli miqdarda sənaye əhəmiyyətli neft və təbii qaz yataqları, əlvan, qara metal faydalı qazıntı yataqları aşkar edilmişdir.

Hal-hazırda bizim respublikada alimlərimiz çətin şəraitdə Yerin dərin qatlarını fəth edirlər və kəşf edilmiş təbii xammal ehtiyatını artırmağa başlamışlar. Quyu qazmaqla yanaşı, müxtəlif geofiziki-kəşfiyyat üsullarından istifadə olunmağa başlanmışdır. Bu, mineral xammal yerləşən ərazinin düzgün planını tutmağa, kəşfiyyat quyularının qazılması və dağ-mədən işləri aparmaq üçün daha

əlverişli olan sahələri seçməyə imkan verir, Bu da öz növbəsində dövlətin bu işləri görmək üçün qoyduğu sərmayənin azaldılmasına kömək edir. Qeyd etmək lazımdır. ki, 2-3 km dərinlikdə bir quyunun qazılması üçün sərf olunan xərclər bir neçə milyon manata başa gəlir. Geofiziki kəşfiyyat üsullarının nəticələri isə qazılan quyuların sayını minimuma endirməklə bərabər tədqiqatın sürətini artırır, bu da xalq təsərrüfatında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məsəl üçün Xəzər dənizinin Azərbaycan hissəsi ərazisində geofiziki üsulları tətbiq etməklə hər bir neftli strukturların aşkar edilməsi üçün sərf olunan xərclər qazma üsulundan iki dəfə ucuz başa gəlmişdir. Bu iqtisadiyyatımıza on milyon manatlarla gəlir gətirir. Faydalı qazıntıların geofiziki üsullarla axtarışı və kəşfiyyatının mahiyyətini qısaca olaraq açıqlayaq.

Ayrı-ayrı süxurlar müxtəlif maqnit xassəsinə, sıxlığa, elastikliyə, elektrik keçiriciliyinə, radioaktivliyə və fiziki kimyəvi aktivliyə malikdir. Bu xassələr yer qabığının qatlarında müxtəlif birləşmələrdə yatağın fiziki xassələrinin səciyyəvi xüsusiyyətlərini, bütövlükdə isə onun struktunu təyin etməyə imkan verir. Bu isə geoloji kəşfiyyat işlərində geniş istifadə olunur.

Müxtəlif süxurlarla yer səthində yaranan fiziki sahələri və təzahürləri öyrənməklə ərazinin struktur quruluşunun hissələri aşkar edilir. Hər təzahürün və fiziki sahənin xüsusiyyətləri az və ya çox dərəcədə yatağın struktur quruluşunun xüsusiyyətlərini təfəssilatı ilə təyin edir. Bunların hamısı birlikdə Yer alt qatlarından yatağın yerləşdiyi dərinlik haqda tam məlumat verir.

Fiziki hadisələrin öyrənilməsinə əsaslanan üsullar, bir neçə kəşfiyyat növünə ayrılır: maqnit, qravimetrik, elektrik, seysmik, radioaktivlik. Öyrənilən prosesin və ya sahələrin anomaliyalarına və normal qiymətdən kənara çıxmalarına görə elektrik cərəyanının sahəsi yaxud maqnit sahəsinin köməyi ilə yerin qatlarında olan faydalı qazıntı yataqlarını aşkar etmək olur. Yataqların quyu qazma üsulu ilə üstünün açılmasına qədər nəzəri hesablamalara əsaslanaraq mədənin həcmi, filiz kütləsinin miqdarını və bizi maraqlandıran süxur

layının hansı dərinlikdə yerləşdiyini və onun əyimliyini, qırıqlığını əvvəlcədən təyin edirlər.

Tədqiqat aparılan ərazilərdə süxurların sıxlığından asılı olan qravimetrik üsuldən geniş istifadə olunur ki, bu da Yer in ağırlıq qüvvəsinin sahəsinin öyrənilməsinə əsaslanıb. Geniş yayılmış maqnit üsulu Yer in maqnit sahəsinin elementlərinin ölçülməsinə əsaslanıb. Bu üsul bir çox dəmir filizi yataqlarını aşkar etməyə və sərhədlərinin çəkilməsinə imkan verir. Bu üsul keçmiş SSRİ ərazisində bir neçə nəhəng dəmir filizi yataqlarının aşkar edilməsində və sərhədlərinin çəkilməsində geniş istifadə olunmuşdur. Hal-hazırda ən çox yayılmış və yeni texniki ləvazimatlarla təmin olunmuş üsul seysmik kəşfiyyat üsuludur. Bu üsul süxurlarda elastik dalğaların yayılma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə əsaslanıb. Seysmik kəşfiyyatda elastik dalğaları çox da böyük olmayan partlayışlarla, yaxud xüsusi yerə vurma qurğuları ilə yaradırlar. Müxtəlif elastikliyə və sıxlığa malik olan Yer in alt laylarından əks olunan dalğaları qəbul etməklə tədqiq olunan ərazinin struktur quruluşunun bəzi hissələrinin elementlərin bir neçə on metrədən 5-10 km dərinliklərə qədər təyin etməyə imkan verir.

Elektrik kəşfiyyatı üsulu da çox geniş yayılmışdır, bu yerdə müxtəlif keçiriciliyə, yaxud müxtəlif elektrokimyəvi aktivliyə malik olan süxurların paylanmasının öyrənilməsinə əsaslanıb. Elektrik cərəyni, yaxud kiçik tezlikli dəyişən elektromaqnit dalğaları Yer in alt qatlarına daxil olaraq faydalı qazıntıların axtarılmasında, körpülərin qurulmasında, su anbarlarının, elektrik stansiyalarının və nəhəng istehsal yerlərinin tikilməsində əlverişli olan sahələrin axtarılıb seçilməsində müfəffəqiyyətlə istifadə olunur.

Yer in dərin qatlarının kəşfiyyatı ilə məşğul olan tədqiqatçılar özlərinə kömək vasitəsi olaraq atomu və onun tərkib hissələrini cəlb ediblər. Nadir elementlərin axtarışı və geoloji xəritəalma məqsədilə Yer səthində radioaktiv planalmanı aparırlar. Süxurlardan düzəldilmiş nümunələrin tərkibinin öyrənilməsi nüvə-fiziki tədqiqatı, kimyəvi tədqiqata nisbətən bir neçə dəfə tez görülür. Bu üsul çöl

şəraitində bilavasitə süxurda misi, qalayı, nikeli və qiymətli elementləri təyin etməyə imkan verir.

Geofiziki müşahidələr üçün vertolyotlardan geniş istifadə olunduğundan, üstü qalın çökmə süxurlarla örtülmüş ərazilərdə aeromaqnit planalma çox əlverişlidir. Bu geoloji planalma prosesini tezləşdirir və keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Quyularda aparılan geofiziki karotaj tədqiqatlar yüksək effektə malikdir. Quyulara ölçmə cihazları buraxmaqla dərin qatlarda quyu divarlarında süxurların kompleks fiziki xassələri öyrənilir. Bu üsul quyudan süxurları tədqiqat üçün Yerin səthinə qaldırmağa sərf olunan vaxtı nəzərə çarpacaq dərəcədə azaldır, kəşfiyyat quyusunun qazılmasını tezləşdirir və xeyli miqdarda sərf olunan xərcləri azaldır, ən əsası isə geoloji kəşfiyyat işlərinin nəticələrini dəqiqləşdirir.

Qeyd etmək çox maraqlıdır ki, hal-hazırda böyük həcmdə geofiziki kəşfiyyat işləri su hövzələrinin, dəniz və okeanların dibində aparılır çünki orada geoloqların adət etdiyi üsullar qəti tətbiq oluna bilmir. Neft-qaz və faydalı qazıntı yataqlarını aşkar etmək üçün dəniz kənarı şelflərin öyrənilməsində geofiziki kəşfiyyat üsulları müvəfəqiyyətlə istifadə olunur.

Geofiziki üsulların köməyi ilə yer qabığının quruluşunu öyrəndikdə bəzi hallarda böyük ərazilərin tam qalınlığı təyin edilir. Bu isə axtarış işlərinin istiqamətini geniş miqyasda inamla təyin etməyə imkan verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, geofiziki kəşfiyyat üsullarının praktik əhəmiyyətinə baxmayaraq, qoyulan geoloji-kəşfiyyat məsələlərini həll etmək üçün bir qiymətli dəlil almaq olmur. Təsdiq edilib ki, hər hansı bir geofiziki tədqiqat üsulunun nəticələrinin köməyi ilə, məsələn, qravimetriya üsulu ilə çox hallarda həyəcənlanmış ilkin geoloji cisim haqda bir qiymətli düzgün məlumat almaq olmur. Yer qabığının üst qatlarının quruluşunun nisbi mürəkkəbliyindən asılı olaraq, tədqiq olunan hədəflər parametrlərinə görə müxtəlif olmasına baxmayaraq, geofiziki sahənin paylanmasına görə oxşar olurlar.

Bu hadisə geofizikanın tərs məsələsinin bir qiymətli həllini vermədiyindən bəzi müşahidələrin nəticələrini təhlil etdikdə ciddi

nöqşanlara yol verilir. Dərin neft və qaz yataqlarının kəşfiyyatından alınan nəticələrin etibarlı olmasını artırmaq üçün iş aparılan ərazidə əvvəcdən iqtisadi cəhətdən əlverişli olan üsullarla qravi, elektrik və maqnit kəşfiyyatı ilə yoxlama işləri aparılır, sonra isə əlverişli sahədə daha dəqiq seysmik tədqiqatlar aparılır. Geoloji məsələlərin həlli şübhəsiz ki, geofiziki kəşfiyyat üsullarının genişlənməsini tələb edir, bu birinci növbədə Yerin dərin qatlarında yerləşən faydalı qazıntı yataqlarının axtarışı və kəşfiyyatı zərurətindən irəli gəlir, digər tərəfdən çöl işlərini aparmaq üçün geofiziki kəşfiyyat cihazlarının təkmilləşməsinə, alınan məlumatların emalının avtomatlaşdırılmasına gətirib çıxarır.

Bu deyilənlər öz növbəsində ərazinin geoloji öyrənilməsinə sərf olunan vaxta qənaət edir və geoloji kəşfiyyat işinə sərf olunan xərcləri azaldır. Bu bəzən əhəmiyyətli nəticələr verir.

Hər bir geoloq- hidrogeoloq geofiziki üsulların əsasını bilməli, geoloji məsələlərin həllində geofiziki üsulların imkanlarından istifadə etməyi bacarmalı və sadə geofiziki cihazlarda işləməyi bacarmalıdır.

Fürsətdən istifadə edərək kitabın nəşrə hazırlanmasında mənə böyük kömək göstərən Q.Əliyevə sxem və diaqramların hazırlanmasında xüsusi köməklik göstərən fiz.r.e.n. A.İ.Qurbanova gel.m.e.n. G.C. Babayevaya öz minnətdarlığımı bildirirəm.

I Fəsil

§ 1. SÜXURLARIN MİNERAL TƏRKİBİ

Hər hansı maddənin fiziki xassələri onun quruluşundan və kimyəvi tərkibindən ayrılıqda öyrənilə bilmədiyindən süxurlar özlərini struktur və kimyəvi tərkibinə görə çox hallarda olduqca mürəkkəb, çox komponentli aqreqat kimi aparır. Bu baxımdan süxurların aqreqat halı məcbur edir ki, onun fiziki xassələrini öyrəndikdə quruluşuna və kimyəvi tərkibinə daha dəqiq diqqət yetirilsin.

Süxurlar molekulyar qüvvə ilə qarşılıqlı təsirdə olan mineral hissəciklərinin aqreqatıdır. Minerallar isə təbii kimyəvi birləşmələrdir. Təbii əmələ gələn lər bir-birindən kimyəvi tərkibinə, daxili quruluşuna və fiziki xassələrinə görə fərqlənən birləşmədir. Mineralı təsvir edən əlamətlər kristalın dənənin formasıdır, bərkliyidir, möhkəmliyidir, bütövlüyüdür, qırılma xüsusiyyətidir, rəngidir, parıltısıdır və ikinci dərəcəli xassələridir.

Mineralların çox hissəsi kristallik quruluşa, yəni tam daxili molekulyar struktura malikdir. Az hallarda amorf cisim kimi minerallara da rast gəlinir: məsələn, silisium oksidin bir neçə müxtəlifliyi ilə vulkanik şüşə və s.

Hal-hazırda 3000-ə qədər mineral məlumdur. Bu minerallardan çoxu təbiətdə çox az yayılmışdır, yalnız onların 20-ə yaxını Yer qabığında toplanmışdır və süxurun tərkibinin əsasını təşkil edir. Əsasən bu minerallar süxurların tipini müəyyən edir və süxur əmələ gətirən minerallar adlanır. Məsələn, qranatın tərkibi əsasən çöl şpatından, mikadan və kvarsdan ibarətdir. Həmçinin, göstərmək lazımdır ki, eyni bir mineral bir süxurda əsas mineral ola bilər, digər süxurda isə ikinci dərəcəli. Məsələn, kvars qranatda əsas mineraldır və qabbroda isə ikinci dərəcəlidir.

Süxurların əsas tipləri. Süxurlar əmələ gəlmə şəraitindən asılı olaraq maqmatik, çökmə və metamorfik qruplara bölünür.

Birinci qrup süxurlar ərimiş maqmanın bərkiməsi ilə maqmanın Yerin dərin qatlarında yavaş soyuduqda intruziv süxurlar əmələ gətirir, o iri kristallik quruluşa malikdir. Bu süxurlara:

qranitlər, dioritlər, qabbro, nefelinli siyenitlər, peridotit və bir sıra az yayılanlar aiddir. Yer in səthinə axıb tökülən yaxud az dərinlikdə qalib soyuyan süxurlara vulkanik yaxud effuziv süxurlar deyilir. Bu süxurlar üçün kiçik kristallik struktur xarakterikdir. Bunlara bazaltlar, traxitlər və andezitləri aid etmək olar. Maqmatik süxurlar yer in səthində müxtəlif təsirlərdən aşınaraq xırda qırıntılar şəklində dağılıb çaylar, külək vasitəsilə su hövzələrinə toplanaraq çökmə süxurları əmələ gətirir.

Çökmə və effuziv süxurlar tektonik hərəkətlər nəticəsində Yer in dərin qatlarına düşürlər və orada təzyiq və temperatur məruz qalır və yeni xassəyə malik süxurlar əmələ gətirirlər. Bu yolla əmələ gələn süxurlara metamorfik süxurlar deyilir. Belə süxurlar intruziv və püskürmə süxurlarından da əmələ gələ bilər. Bunları yayılmasına görə belə yerləşdirmək olar: qneyslər, şistlər, kvarsitlər və mərmərlər. Bu adları çəkilən süxurlar Yer qabığında 35-40 km dərinliyə qədər yayılıblar, bəzi ərazilərdə Yer qabığının 70 km-nə qədər çatır.

Süxurların strukturu. Süxurların strukturunun əsas xüsusiyyətlərinin təsviri aşağıdakılardır: 1) Kristallaşma yaxud kristallikliyi (təmizliyi); 2) Kristal dənələrinin mütləq ölçüləri; 3) Dənələrin mütləq ölçüləri; 4) Kristallaşmanın pozulması və şüşəyə oxşar materiallar. Süxurların kristallaşma dərəcəsi maqmanın soyuma və özüllüyündən asılıdır.

Böyük dərinliklərdə yavaş soyuma zamanı süxurlar tam kristallik quruluşa malik minerallardan ibarət olur. Onlar kristallik dənəvari struktura malikdir. Bu tip struktura qranitlərə, siyenitlərə, dioritlərə, qabbro və peridotitlərə aiddir. Əgər süxur tez soyuma prosesi nəticəsində əmələ gəlsə, bu süxurlar bütövlükdə şüşədən və şüşəyə bənzər materiallardan ibarətdir (bazalt şüşələri, absedian). Dənələrin ölçülərindən asılı olaraq iki əsas tip struktura ayrılır: gizli kristallik və aydın kristallik, gizli kristallik struktura malik süxurlar gözlə ayrılmayan, ölçüləri 0,1-0,001 mm olan dənələrdən ibarətdir. Aydın kristallik strukturlu süxurlar dənələrin ölçülərinə görə kiçik dənəli, orta dənəli və iri dənəli olurlar. Kiçik dənəli süxurlarda

dənələr adətən 1 mm və kiçik olur. Dənələrində ölçüləri 1mm-dən 5mm-ə qədər olan süxurlar orta dənəli süxurlar adlanır. İri dənəli süxurlarda dənələr 5-10 mm ölçüsündə olurlar. Bundan böyük dənəli süxurlara kobud dənəli süxurlar deyilir.

Süxurlarda mineral dənələrin ölçüləri və qarşılıqlı nisbəti süxurun fiziki xüsusiyyətlərinə nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir etdiyindən, bu süxurun vacib struktur xüsusiyyəti adlanır.

Strukturun ikinci bir əlaməti kristalın formasıdır, yəni kristalın tipinin üç istiqamətdə inkişafı ilə təyin olunur. Kristallar bərabər ölçülü o vaxt olur ki, kristal üç ox istiqamətində az-çox bərabər inkişaf etsin. Əgər kristal iki istiqamətdə inkişaf edirsə belə kristala yastı kristallar deyilir (mika və çöl şatları). Yalnız bir istiqamətdə inkişaf edən kristala prizma şəkilli kristal deyilir (apatit, hornblend).

Tekstura süxurların quruluşunda, xarici əlamətinə görə bir-birindən fərqlənməsini göstərir. Süxurların əmələ gəlmə şəraitindən asılı olaraq tekstura birinci yaxud ikinci ola bilər. İlk struktur maqmatik süxurlar üçün lavanın soyuması zamanı əmələ gəlir, lavanın axması zamanı maye faza ilə maqmadan kristallaşmış bərk kristallar olduğundan lavanın hərəkəti zamanı bərk kristalların məkanda istiqamətli paylanması baş verir. İkinci tekstura tektonik proseslər zamanı baş verir. Bunlar metamorfik süxurlar üçün xasdır.

Süxurların məsaməliliyi və nəmliyi. Süxurların strukturu və teksturası süxurlarda məsaməliliyin və çatlıqın əmələ gəlməsi ilə mürəkkəbləşir.

Məsaməlilik dedikdə mineralların, hissəciklərin arasında, süxurun tərkibində müxtəlif mənşəli, formalı, ölçülü boşluqlar başa düşülür. Məsamələr süxurun daxilində müxtəlif forma və ölçüyə malik olur. Məsamələrin ölçüləri geniş həddə dəyişir. Bu gözlə görünəndən başlamış ultra məsaməliliyə qədər, yəni molekulun ölçüləri ilə müqayisə olunacaq qədər olur. Məsamələr həm açıq, həm də bağlı, yaxud da təcrid olunmuş ola bilər. Ümumi məsaməlilik süxurun tərkibindəki bütün məsamələrin cəminə bərabərdir. Məsaməliliyin öyrənilməsi təkcə mədən geofizikası üçün yox, eyni zamanda onların fiziki xassələrini öyrəndikdə böyük əhəmiyyət kəsb

edir. Hal-hazırda müəyyən olunub ki, süxurların elastik xassələri təzyiqin 1000-1500 kq/sm qiymətlərində baş verir, bu çatlara bənzər məsamələrin bağlanması hesabına baş verir.

Süxurlarda məsamələrin və çatların olması süxurun tərkibində sərbəst və bağlı suların olmasına gətirib çıxarır. Bağlı su iki növ olur, biri süxurla möhkəm əlaqəli, digəri isə zəif bağlı olur. Sərbəst su ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində hərəkət edərək süxurun əriməsinə səbəb olur. Maqmatik və metamorfik süxurlar az məsaməliliyə malikdir.

Kollektor süxurlarda məsaməliliklə yanaşı, süxurların nüfuzluğu (süxurların su, qaz buraxma qabiliyyəti) böyük əhəmiyyət kəsb edir. Süxurlar nüfuzluğuna görə çox fərqlənirlər.

II Fəsil

SÜXURLARIN DIELEKTRİK XASSƏLƏRİ

Mühitin elektrik xassələri onun dielektrik nüfuzluğu, xüsusi müqaviməti və dielektrik itkisi ilə təsvir olunur.

Süxurun dielektrik nüfuzluğu elektrik xassəsinin vacib kəmiyyətlərindəndir və böyük müqavimətə malikdir. Bu kəmiyyətin öyrənilməsi elektrik kəşfiyyatında dəyişən cərəyandan istifadə edilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Dəyişən cərəyan buraxılan süxurda baş verən hadisələrə dielektriklərin polyarizasiyasının nəzəri müddəası kimi baxmaq lazımdır.

Dielektriklərin polyarizasiyası. Dielektriklər atomlardan, molekulardan yaxud ionlardan ibarətdir və keçirici metallardan fərqli olaraq nəzərə çarpacaq dərəcədə Yerini dəyişən sərbəst elektrona malik deyil. Buna görə də istənilən dielektriklərdə yüklü zərrəciklərin yerdəyişməsi məhduddur və əgər maddə polyar molekullara malikdirsə, onun sahə istiqamətində qütbləşməsi müşahidə olunur.

Elektrik sahəsinin təsiri ilə yüklü zərrəciklərin yerdəyişməsi və polyar molekulların istiqamətli düzülüşünə dielektriklərin polyarizasiyası deyilir.

Polyarizasiya olunmuş dielektriklərin əsas elektron xüsusiyyətini təsvir edən kəmiyyət vahid həcmdəki elektrik momentidir (I) başqa sözlə polyarizasiyanın intensivlik vektoru adlanır. Polyarizasiyanın intensivlik vektoru dielektrikin içində mənfi yökdən müsbət yökə tərəf yönəlir.

Bircinsli dielektriklərdə gərginlik vektoru, elektrik sahəsinin gərginliyi E -yə uyğundur və bunlar arasında düz mütənasib asılılıq mövcuddur $I=\chi E$; burada χ dielektrik nüfuzluğu adlanır. Dielektriklərin elektrik polyarizasiyası mürəkkəb fiziki hadisədir.

Müxtəlif struktura malik olan dielektriklərin polyarizasiyası mexanizmi eyni deyildir, bununla əlaqədar olaraq bir neçə növ polyarizasiya mövcuddur. Dielektriklər polyarizasiyaya görə iki sinfə ayrılır: yerdəyişmə polyarizasiyası və relaksasiya polyarizasiyası.

Elektron yerdəyişmə polarizasiyası elektrik sahəsinin təsiri nəticəsində atomun daxilində elektronun nüvəyə nisbətən elastik yerdəyişməsi kimi təsəvvür etmək olar. Elektronun nüvəyə nisbətən yerdəyişməsi nüvə ilə elektron arasında mövcud olan və bu yerdəyişməyə maneçilik törədən kvazielastik qüvvəyə üstün gəlməsidir. Dielektrikə elektrik sahəsi ilə təsir etdikdə kvazi elastik qüvvə nə qədər azdırsa, dipolun elektrik momenti bir o qədər çox olur.

Elektron yerdəyişməsi ilə əlaqədar olan dielektrik nüfuzluğu temperaturdan asılı olmamalıdır. Həqiqətdə isə elektron yerdəyişməsi ilə əlaqədar olan dielektrik nüfuzluğu temperatur artdıqca azalır.

Elektrik sahəsinin təsiri ilə bir yükə malik olan ionun, yüklü iona nisbətən yerdəyişməsinə ion yerdəyişmə polarizasiyası deyilir. İon polarizasiyası ion qəfəslə bərk cisimlərdə və iona malik olan amorf dielektriklərdə təzahür edir.

Mineralların dielektrik nüfuzluğu. Dielektrik nüfuzluğunun böyük əhəmiyyəti təkcə süxurların dəyişən elektrik sahəsində özünü aparması deyil, eyni zamanda müstəqil əhəmiyyətə malik olmasıdır. Dielektrik nüfuzluğunun müxtəlifliyi təcrübədə həmin mineralların bir-birindən ayrılmasında geniş istifadə edilir. Minerallardan mika, kvars, azbest, talk təcrid etmə (izolyasiya) işlərində geniş istifadə olunmağa başlamışdır. Dielektrik xassəsinin öyrənilməsi dəyişən cərəyandan geofiziki kəşfiyyat işlərində və böyük geofizikada istifadə olunmasında çox vacibdir.

Mineralların dielektrik nüfuzluğu iki tərtib hüdudunda dəyişir. Minerallar üçün ən kiçik qiymət 3 ətrafında, ən böyük qiymət isə 173 rutildə təyin edilib. Mineralın bərkliyi Moos şkalasına görə kristallik qəfəsin enerjisi ilə bağlıdır və vacib sabit kəmiyyətdir. Kristallik qəfəsin enerjisi artdıqca kristalın bərkliyi artır. Müəyyən olunub ki, dielektrik nüfuzluğu azaldıqca mineralın bərkliyi artır. Maddələr üçün dielektrik nüfuzluğu hissəciklərin polarizasiya olunması təkcə onun qiymətindən yox, vahid həcmdəki miqdarından asılıdır.

Süxurların dielektrik nüfuzluğu və onun mineral tərkibindən asılılığı. Süxurlar tərkibinə və strukturuna görə mürəkkəb

obyekt olduğundan onun fiziki xassələrinin kimyəvi və mineral tərkibindən asılı olaraq qanunauyğunluğun dəyişməsinin təyin edilməsinə çətinlik törədir. Süxurlarda minerallardan başqa mineral sular və məhlullar, bəzi süxurlarda neft maye fazası var. Süxurlarda maye fazanın miqdarı dielektrik nüfuzluğunun mütləq qiymətinə təsir edir, bu bəzi hallarda əsas rol oynayır, xüsusilə kiçik tezliklərdə özünü daha aydın büruzə verir.

Çökmə süxurlarında süxur əmələ gətirən minerallardan kalsit, dolomit və kvars çox yaolanlardandır. Kalsit və dolomitin dielektrik nüfuzluğunun kvars mineralının dielektrik nüfuzluğundan çox olduğu müəyyən edilmişdir. Ona görə də tərkibində kalsit və dolomit mineralları olan süxurlarda dielektrik nüfuzluğu kvarslı süxurlardan böyük olduğu təyin edilmişdir. Metamorfik süxurlarda dielektrik nüfuzluğunun kvarsitlərdə mərmərə nisbətən az olduğu aşkar olunmuşdur.

Maqmatik süxurlar mineral tərkibinə görə çökmə və metamorfik süxurlardan daha mürəkkəbdir. Maqmatik süxurların tərkibində bir, iki yox, daha çox mineral mövcud olur. Maqmatik süxurlarda dielektrik nüfuzluğu əsasən turş və əsasi süxurlardan fərqlənir.

Dielektrik nüfuzluğu əsasi və ultraəsasi süxurlarda, turş süxurlara nisbətən daha çoxdur. Deyilənlərdən başqa müəyyən olunub ki, əsasilik artdıqca dərinlik də artır və filiz minerallarının miqdarı artır, bunun hesabına da dielektrik nüfuzluğu artır.

Nəmliyin dielektrik nüfuzluğuna təsiri. Bütün süxurlar təbii şəraitdə müəyyən miqdarda, müxtəlif dərəcədə mineral duzlarla zənginləşmiş nəmliyə malikdir və süxurun dielektrik nüfuzluğu ilə mineral tərkibi arasındakı əlaqə mineralların bu və ya digər dərəcədə nəm örtüklə üzünün örtülməsi ilə bağlıdır, xüsusilə də bu çökmə süxurlar üçün daha xarakterikdir.

Süxurun tərkibində az miqdarda olan nəmlik dielektrik nüfuzluğuna böyük təsir göstərir və onun artmasına səbəb olur. Məlumdur ki, suyun dielektrik nüfuzluğu 81-ə bərabərdir, minerallaşmış suyun dielektrik nüfuzluğu ondan da çoxdur. Müxtəlif

duzlarla zənginləşmiş binar elektrolitlərdə dielektrik nüfuzluğu məlum Falkenqagen düsturu ilə hesablanır: $\varepsilon = \varepsilon_0 + 3.79 \sqrt{C}$ ε -məhlulun dielektrik nüfuzluğu; ε_0 -təmiz suyun dielektrik nüfuzluğudur; c-1 litr məhlulun mollarla zənginliyidir.

Ekspərimənt yolu ilə göstərilmişdir ki, qumun dielektrik nüfuzluğu, doyuran məhlulun zənginliyinin dəyişməsinin 0-dan 2q/l qiymətində sabit qalır və $\varepsilon = f(\omega)$ asılılığının qum üçün eyni xarakterə malik olduğu müşahidə olunur. Nəmliyin cüzi qiymətlərində dielektrik nüfuzluğunun nəmlikdən asılı olaraq dəyişməsi xətti xarakter daşıyır.

Təcrübi olaraq müəyyən olunub ki, məsaməliliyi 5-15% hüdudunda dəyişən və nəmliyi 1%-dən çox olmayan süxurlarda dielektrik nüfuzluğu aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \omega^n$$

ω -nəmlik; ε_0 -quru süxurun dielektrik nüfuzluğudur; n-emprik sabitdir, bu süxurun tipindən asılıdır və 0,3-0,33 hüdudunda dəyişir.

Təcrübi olaraq müəyyən olunub ki, eyni məsaməliliyə və 1-2% nəmliyə malik olan süxurlarda dielektrik nüfuzluğunun qeyri-bərabər dəyişməsi güman olunur ki, bu bir halda sərbəst su ilə, digər halda isə bağlı su ilə əlaqədardır. Əsas var ki, bu prosesdə bərk və maye faza sərhədində iki qat elektrik təbəqələşməsinin rolu çox böyükdür. Tədqiqatlardan alınan nəticələr göstərir ki, nəmliyin cüzi miqdarda dəyişməsi dielektrik nüfuzluğunun dəyişməsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir.

Anizotrop süxurların dielektrik nüfuzluğu. Süxurun tərkibində mineral dənələrin formalarına və kristalloqraf oxla nisbətən müəyyən istiqamətdə qanunauyğun yerləşməsi, həmçinin müxtəlif mineral tərkibə malik olan layların növbələşməsi qeyri-bircinslilik yaradır. Süxurların fiziki xassələrini öyrəndikdə iki cür anizotropiyanın olduğunu müşahidə edirik: mikro və makroanizotropiya. Mikroanizotropiya maqmatik, metamorfik və çökmə süxurlarda mineralların dənələrinin forması ilə əmələ gələ bilər.

Müxtəlif tərkibli təbəqələşən layların və müəyyən istiqamətdə əmələ gələn çatlar süxurlarda makroanizotropiya yaradır. Təbəqəli

süxurlarda təyin olunan dielektrik nüfuzluğu təbəqələşmə istiqamətindən asılıdır. Bu halda dielektrik nüfuzluğu

$$\varepsilon = \theta_A \varepsilon_A + \theta_B \varepsilon_B \quad \text{dir}$$

İkinci halda

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_A \cdot \varepsilon_B}{\theta_A \varepsilon_A + \theta_B \varepsilon_B} \quad \text{olur}$$

Bütün anizotrop süxurlarda dielektrik nüfuzluğu eklogitlərdən başqa, ən böyük qiymətə təbəqələşmə boyu (lay boyu) malik olur.

Süxurların dielektrik nüfuzluğuna təzyiğin təsiri. Təzyiğin süxurların dielektrik nüfuzluğuna təsiri çox az öyrənilmişdir. Dielektriklərdə təzyiğin dielektrik nüfuzluğuna təsiri nəticəsində dəyişməsi nəzəri olaraq elektron yaxud ion yerdəyişməsi nəticəsində polyarizasiya olunması xarakteri daşıyır və Klauzius Mosotti tənliyini diferensiallamaq yolu ilə hesablanılır.

Klauzius Mosotti tənliyini sabit temperaturda təzyiqə görə diferensiallasaq aşağıdakı şəkildə olacaqdır:

$$\frac{d}{dp} \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \right) = \frac{1}{3} \pi n \alpha_e \frac{1}{n} \frac{dn}{dp}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dp} = \frac{(\varepsilon - 1)(\varepsilon + 2)}{3\varepsilon} \frac{1}{n} \frac{dn}{dp}$$

burada $\frac{1}{n} \frac{dn}{dp} = \beta_n$ həcmi sıxılma sabitidir.

Onda $\frac{1}{\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dp} = \frac{(\varepsilon - 1)(\varepsilon - 2)}{3\varepsilon} \beta_v$

Dielektriklərdə elektron polyarizasiyası ilə yanaşı ion polyarizasiyası da mövcuddur. Onda Klauzius Mosotti tənliyi aşağıdakı kimi olur:

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon - 2} = \frac{4}{3} \pi n (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_i)$$

burada α_1, α_2 ionun elektron polarizasiyasıdır. α_i ion yerdəyişmə polarizasiyasıdır. $n-1$ m³ həcmdə ionların sayıdır.

Bu tənliyi təzyiqa görə diferensialladıqda

$$\frac{d}{dp} \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \right) = \frac{4}{3} \pi (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_i) \frac{dn}{dp} + \frac{4}{3} \pi n \frac{d\alpha_i}{dp}$$

burada $\frac{1}{n} \frac{dn}{dp}$ həcmi sıxılma sabitidir. β_i ilə işarə edək.

$$\frac{3}{(\varepsilon + 2)^2} \frac{d\varepsilon}{dp} = \frac{4}{3} \pi (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_i) 3\beta_i + \frac{4}{3} \pi n \frac{d\alpha_i}{dp}$$

burada $\frac{4}{3} \pi (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_i) = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}$

$$\frac{1}{\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dp} = \left[\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} 3\beta_i + \frac{4}{3} \pi n \frac{d\alpha_i}{dp} \right] \frac{(\varepsilon + 2)^2}{3\varepsilon}$$

Materiallardan fərqli olaraq süxurların dielektrik nüfuzluğu təzyiq artdıqca artır. Bir tərəfli sıxılmada dielektrik nüfuzluğunun dəyişməsi 0-600 kq/sm² həddində baş verir. 600 kq/sm² təzyiqdən yuxarı qiymətlərdə dielektrik nüfuzluğunun dəyişməsi azalır və müəyyən qiymətdən sonra dəyişmir.

Dielektrik nüfuzluğunun təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinin böyük əhəmiyyət kəsb etməsi, elektrik kəşfiyyatı üsullarının Yerini dərin qatlarını öyrənməkdə geniş istifadə olunması, eyni zamanda süxurların elektrik üsulu ilə dağıdılması ilə əlaqədardır.

III Fəsil

SÜXURLARIN ELEKTRİK XASSƏLƏRİ

Bərk cisimlər keçiriciliyin qiymətinə və mexanizminə görə üç dəstəyə ayrılırlar: keçiricilər, yarımkeçiricilər və dielektriklər (bərk elektrolitlər). Ən yaxşı keçiricilər metallar və onların ərintiləridir. Onların xüsusi elektrik keçiriciliyi 10^3 -dən $10^6 \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ hüdudunda dəyişir. Bunun əksinə olaraq bərk elektrolitlərdə xüsusi keçiricilik çox kiçikdir $10^{-9} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$. Bu iki elektrik keçiriciliyi arasındakı vəziyyəti yarımkeçiricilər tutur, bu 10^4 -dən $10^9 \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ qədərdir. Qeyd etmək lazımdır ki, keçiricilərlə, yarımkeçiricilər və yarımkeçiricilərlə dielektriklərin sərhəddində kəskin dəyişmə müşahidə olunmur.

Metal və yarımkeçiricilərin keçiriciliyi eyni daşıyıcılarla yəni elektronlarla baş verdiyi şərtləndirilmişdir. Metal və yarımkeçiricilər arasında əsas fərq daşıyıcıların (hissəciklərin) enerji vəziyyətindən asılıdır. Metallarda aktivləşmə enerjisi sıfıra bərabərdir, ancaq yarımkeçiricilərdə bu 0,1 birdən bir neçə elektron volta qədərdir. Buna görə də keçiricilər yarımkeçiricilərdən fərqlənirlər. Ancaq keçiriciliyin temperaturdan asılılığı başqa xarakter daşıyır. Əgər metalların maksimal elektrik keçiriciliyi mütləq sıfırdırsa, yarımkeçiricilər bu temperaturda özlərini izolyatorlar kimi aparır. Metallarla müqayisədə yarımkeçiricilərin az keçiriciliyə malik olması yarımkeçiricilərdə keçiricilikdə valent elektronların az hissəsinin iştirak etməsi ilə izah olunur.

Yarımkeçiricilərdə və dielektriklərdə cərəyan keçiricilərin həyacanlanma mexanizminin eyni olması bunları yaxınlaşdıran amildir. Buna baxmayaraq yarımkeçiricilərdə cərəyan keçiricilər elektronlardır, ancaq dielektriklərdə keçiricilər ionlardır, bu yarımkeçiricilərdə dielektriklərin xassələrindən fərqlənən xassələr yaradır. Buradan görünür ki, zərrəciklərin mütəhərrikiyi eyni xarakterli deyildir.

Elektronlar atomlar arası baryeri sərbəst keçir, ancaq ionlar bir ar qəfəsdən ar qəfəsə keçmək üçün bu baryeri keçməlidir. Süxurların keçiriciliyi başqa fiziki parametrlərə nisbətən böyük hüdudda dəyişir. Bəzi minerallar metallar kimi keçiricilərə aid edilə bilər, bəziləri isə

elə böyük müqavimətə malikdir ki, yaxşı izolyator kimi özünü aparır. Bir sıra filiz mineralları və süxurları özlərini yarımkeçiricilər kimi aparır. Əslində süxurların çox hissəsi elektrik keçiriciliyinin qiymətinə görə dielektriklərə yaxındır. Bununla bağlı olaraq dielektriklərin elektrik keçiriciliyinin öyrənilməsi zərurəti meydana çıxır.

Dielektriklərin elektrik keçiriciliyi haqda qısa məlumat.

Məlumdur ki, dielektriklərdə atomlar, molekullar və ionlar sərbəst olaraq böyük məsafəyə hərəkət edə bilməz. Eyni zamanda hər bir dielektrikdə bir neçə zəif əlaqəsi olan yüklü hissəciklər var. Elektrik sahəsinin təsiri ilə bu hissəciklər nizamlı hərəkətə başlayaraq elektrik cərəyanı yaradırlar. Bu cərəyanın sıxlığı bir kub santimetrə yüklü zərrəciklərin miqdarından asılıdır, yükün miqdarı və daşınma sürəti aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur

$$j=nqv$$

n -1 sm³ yüklü hissəciklərin sayı; q -zərrəciyin yükü; v -yükün zərrəciyin daşınma sürəti.

Yüklü zərrəciyin daşınma sürəti elektrik sahəsinin gərginliyi ilə mütənasibdir

$$j=nquE$$

u -yüklü zərrəciyin yürüklüyüdür.

Dielektriklərdə cərəyan təkcə ionlarla yox, elektronlarla da ola bilər. Məlum materiallar var ki, temperaturdan asılı olaraq cərəyanın daşınmasında həm ionlar, həm də elektronlar iştirak edirlər. Məsələn, yodlu mis aşağı temperaturalarda elektron keçiriciliyinə malikdir. 250°C-də elektrik keçiriciliyində elektronla birlikdə ionlar iştirak edir. 400°C-dən yuxarıda elektrik keçiriciliyində yalnız ionlar iştirak edir. İon keçiriciliyində maddənin daşınması baş verir, bu Faradey qanununa əsaslanır. Elektron keçiriciliyi Holl effekti ilə təyin olunur. Holl effekti cərəyan keçən keçiriciyə maqnit sahəsi ilə təsir etdikdə keçiricinin üzlərində gərginlik yaranır. Bu gərginlik cərəyan şiddəti və maqnit sahəsinin gərginliyi ilə düz nümunənin qalınlığı d ilə tərs mütənasibdir

$$V=RH/d$$

R-Holl sabitidir və cərəyanın daşıyıcılarının sayı n və yükün qiyməti q -dən asılıdır.

Elektron keçiriciliyində R mənfi işarəli olur, deşik keçiriciliyində isə müsbət işarəlidir. Holl sabitini bilərək heç bir çətinlik çəkmədən hissəciklərin mütəhərrikliliyini və cərəyan daşıyıcılarını aşağıdakı ifadədən təyin edə bilərik

$$R=1/nq \text{ və } \sigma=nqu$$

Dielektriklərin ion keçiriciliyi təbii kristalda kristalın gövdəsini (karkas) təşkil edən əsas ionlardan əlavə, kristalın tərkibində başqa qarışıqların ionu, eyni zamanda qəfəsin defekt (zədə) yerlərindəki ionlar həmişə mövcud olurlar. Ona görə də kristalın ion keçiriciliyinin hansı ionların təşkil etməsinə görə iki tipə ayırmaq olar: məxsusi (kristallik qəfəsin) və qarışıqın ionları. Xüsusi keçiricilik kristallik qəfəsin əsas ionları ilə baş verir, əsasən yüksək temperaturlarda təzahür edir.

Kristallik dielektriklərdə elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı. Dielektriklərin elektrik keçiriciliyi yüksək dərəcədə temperaturdan asılıdır və onun ən vacib xüsusiyyətidir, bəzi hallarda elektrik keçiriciliyinin mexanizmini təyin etməyə imkan verir. Disossasiya olunmuş ionların sayı n temperaturdan asılıdır və aşağıdakı ifadədən təyin olunur

$$n_t=n'_0 e^{\varepsilon/kT}=n'_0 e^{-\varepsilon/k}$$

n' -1 sm³ ümumi ionların sayıdır, ε -disossasiya enerjisidir, KT -istilik enerjisidir.

Bərk dielektriklərdə səthi elektrik keçiriciliyi. Dielektriklərdə həcmi keçiriciliklə bərabər, səthi elektrik keçiriciliyi də mövcuddur. Səthi elektrik keçiriciliyi materialın absorbsiya xassəsindən asılıdır. Kristalın səthində adsorbsiya yolu ilə nəmli təbəqənin əmələ gəlməsi ilk növbədə maddənin fiziki-kimyəvi xassəsindən və səthin vəziyyətindən asılıdır. Bir-birinin əksinə qütbləşən məsaməli, səthi çirкли və hamar olmayan maddələrdə səthi keçiricilik həddən artıq qiymətə çata bilər. Buna bənzər maddələrdə səthi elektrik keçiriciliyinə atmosferin nisbi nəmliyi də böyük təsir

edir. Bütün bu faktorlar su ilə islanmayan dielektriklərdə elektrik keçiriciliyinə az təsir edir.

Yarımkeçiricilərin elektrik keçiriciliyi. Filiz minerallarının böyük əksəriyyəti yarımkeçiricilərə aiddir. Kimyəvi birləşmələrdən başqa yarımkeçirici xassələrinə bir qrup elementlər malikdir ki, metallarla dielektriklər arasında yerləşir. Mendelejev cədvəlində 12 element ayrılıb ki, onlar yarımkeçirici xassəyə malikdirlər.

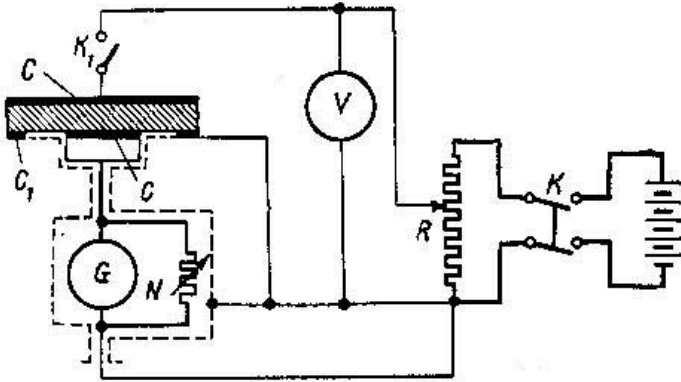
Yarımkeçirici xassə aşqar olunmuş lər. Yarımkeçiricilərin elektrik keçiriciliyi materialın kimyəvi tərkibinin cüzi dəyişməsinə çox həssasdır. İstər yarımkeçiricilərdə, istərsə də dielektriklərdə aşqarlar elektrik cərəyanının daşıyıcılarıdır. Ona görə də bütün yarımkeçiricilər xüsusi və aşqar keçiriciliyinə ayrılır. Aşqar dedikdə təkcə başqa maddənin atomunun keçiricilikdə iştirak etməsi ilə yox, eyni zamanda kristallik qəfəsdə pozulmaların olması kimi başa düşmək lazımdır.

Yarımkeçiricilərdə elektrik keçiriciliyinin təzyiqdən asılılığı da böyük əhəmiyyət kəsb edir, bu da cərəyan daşıyıcıların yürüklüyünə, aktivləşmə enerjisini dəyişdirərək yarımkeçiricinin elektrik keçiriciliyinin dəyişməsinə səbəb olur. Nəzəri olaraq göstərmək olar ki, təzyiqin artması atomların yaxınlaşmasına səbəb olur, bu da aktivləşmə enerjisini bir halda artırır, digər halda isə azaldır. Təcrübi olaraq təsdiq olunub ki, (germani) elementi 30.000 kq/sm^3 təzyiq altında özünün elektrik müqavimətini 4,5 dəfə artırır, Si elementi isə elektrik müqavimətini 2 dəfə azaldır.

Süxurların müqavimətinin ölçmə üsulları. Yarımkeçiricilərin müqavimətinin laboratoriya şəraitində ölçmə metodikasından süxurların da müqaviməti ölçmək üçün istifadə oluna bilər. Bu üsulu iki böyük dəstəyə bölmək olar. Bunlardan biri sabit cərəyandan i digəri isə dəyişən cərəyandan istifadə edir. Sabit cərəyandan istifadə edən üsullardan ən çox yayılmışı 2 elektrodlu və 4 elektrodlu üsuldür. Bu üsullarda ən vacib tələb süxurla elektrodlar arasında minimal keçid müqaviməti əldə etməkdir. Bununla əlaqədar olaraq ölçmə işləri apardıqda elektrodların seçilməsinə ciddi diqqət

yetirilməlidir. Şəraitdən və mühitdən asılı olaraq müxtəlif elektrodlardan (qızıl, platin, civə, qrafit və s.) istifadə olunur.

İkielektrodlu üsul. Bu üsul elektrodlar arasında potensiallar fərqi məlum olan nümunədən keçən cərəyan şiddətini ölçməyə əsaslanıb. Süxurun müqavimətindən asılı olaraq cərəyan şiddətini ölçmək üçün ampermetrdən, milliampermetrdən, mikroampermetrdən, qalvanometrdən və elektrometrdən istifadə olunur. Nümunələr düzbucaqlı, kub, paralelipiped, silindr formada düzəldilir. Ölçmələrin dəqiqliyinə səthi cərəyanlar təsir edə bilər. Buna görə də hansı üsuldan istifadə olunmasına baxmayaraq mühafizə üzündən (həlqəsindən) istifadə olunmalıdır. Bu həlqə ölçmə elektrodundan 2 mm aralıda yerləşməlidir. Mühafizə həlqəsi ya polad, ya da mis teldən düzəldilir (Şəkil 1).

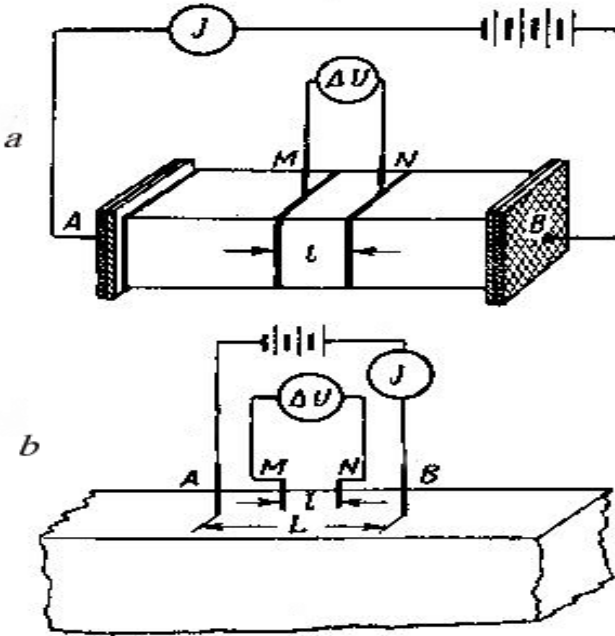


Şəkil 1. Qalvanometrin vasitəsi ilə dielektrikin həcmi müqavimətinin ölçülməsi üçün iki elektrodlu üsulun sxemi. C elektrodlar C' mühafizə üzüyü.

Kiçik müqavimətli mineralı şəkildəki sxemdən istifadə edərək ölçmək olar. Birinci sxemdə voltmetrin müqaviməti ölçülən nümunənin müqavimətindən böyük olan hal üçün ikinci sxem ampermetrin müqaviməti ölçülən nümunənin müqavimətindən kiçik olan halda istifadə olunur.

Dördelektrodlu üsul. Bu üsulla müqavimətin ölçülməsi sükxurun iki nöqtəsi arasındakı potensiallar fərfinin ölçülməsinə əsaslanıb, yaxud iki qidalandırıcı elektrod arasındakı ekvipotensial sahənin ölçülməsinə əsaslanıb. Bu üsul elektrodla nümunə arasında olan polyarizasiyanı nəzərə almır, (elektrodla nümunə arasında yüksək gərginlikli polyarizasiyanın qiymətini ölçmür) nümunənin həqiqi müqavimətini ölçür.

Şəkil 2 a,b-də dörd elektrodlu qurğunun iki əsas sxemi verilmişdir. A və B elektrodlarının qidalandırıcı MN elektrodları vasitəsilə potensiallar fərqi ölçülür. Elektrodlar simdən düzəldilir, nümunəni tam əhatə edir və qidalandırıcı elektroddan 10 mm və daha çox məsafədə yerləşməlidir. Sxemdə nümunədən axan cərəyanın qiymətini bilərək MN elektrodlarında gərginlik düşgüsünü ölçməklə xüsusi müqaviməti aşağıdakı formula ilə təyin edirik.



Şəkil 2 (a,b). Xüsusi elektrik müqavimətini ölçmək üçün dörd elektrodlu qurğu.

$$\rho = \frac{\Delta V S}{I l}$$

S-nümunənin en kəsiyinin sahəsi, l-ölçmə elektrodları arasında məsafədir. İkinci sxem çöldə təcili ölçmə aparmaq üçündür. Burada elektrodlar bir xətt üzrə simmetrik yerləşdirilir. Bu halda xüsusi elektrik müqaviməti aşağıdakı formula ilə təyin edilir

$$\rho = \frac{\Delta V \pi L^2 - l^2}{I 4 l}$$

burada L-qidalandırıcı elektrodlar arasında məsafədir, L-MN - elektrodları arasındakı məsafədir.

Dörd elektrodlu üsulla böyük müqavimətli süxurları ölçdükdə böyük xəta ola bilər, bu səthi keçiriciliyin hesabına olur. Bu mühafizə həlqəsinin vasitəsilə aradan götürülür. Süxurların xüsusi müqavimətini sabit və dəyişən cərəyanla iki və dörd elektrodlu üsulla ölçdükdə xüsusi müqavimətin qiymətində fərqlər əmələ gəlir. Dörd elektrodlu üsulla ölçülən müqavimət aralıq vəziyyətdə də olur. Bu üsulla ölçdükdə elektrodla nümunə arasında yaranan effekt ölçmədə iştirak etmir. Dəyişən cərəyandan istifadə edərək xüsusi müqavimətin ölçülməsi zamanı cərəyanın tezliyi artdıqca elektrodla nümunə arasında olan effekt və həcmi polarizasiya azalır, buna görə də ρ bu halda sabit cərəyana nisbətən kiçikdir.

Mineralların elektrik müqaviməti. Hər hansı çox fazalı aqreqların fiziki sahəsi öyrəniləndikdə hər şeydən qabaq ilkin komponentin fiziki xassəsi haqda məlumatın alınması sualı meydana çıxır, belə ki, əsasən bu aqreqların xassəsini təyin edir. Süxurun

elektrik müqavimətinin belə geniş diapazonda 20 tərtibə yaxın olması əsasən süxurun tərkibində olan minerallar və onun miqdarca nisbətindən, həmçinin elektrik xassələrindən asılıdır.

Bütün minerallar müqavimətin qiymətinə görə keçirici, yarımkeçirici və dielektriklərə ayrılır. Əksər minerallar nəticə etibarilə anizotrop maddədir. Süxurların quruluşunda anizotropiya müxtəlif fiziki xassələr yaradır, bu müxtəlif kristallik oxlar istiqamətində elektrik müqavimətinin müxtəlifliyinə gətirib çıxarır. Bundan başqa süxurun tərkibində olan nəmlik süxurların elektrik müqavimətinə, ələlxüsus da çökmə süxurlarına nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir edir.

Mədən geofizikasında təyin olunan xüsusi müqavimət adətən om m-lərlə ölçülür, nəzəri və laboratoriya ölçmələrində om s (1 om m=100 om sm) kimi ifadə olunur. Keçirici minerallar təbii külçə şəklində rast gəlinir. Geniş yayılmışların xüsusi müqaviməti cədvəldə verilmişdir. Metal və yarımkeçiricilərdə və dielektriklərdə aşqarlar nəzərə çarpacaq dərəcədə müqavimətin qiymətinə təsir edir. Ən böyük təsiri mineralda kristallik strukturun pozulması zamanı özünü göstərir. Külçə metalların elektrik keçiriciliyi sərbəst elektronlarla baş verdiyindən böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Yarımkeçirici xüsusiyyətə və az müqavimətə malik minerallar aşağıdakılardır: pirit, qalenit, pirrotin, nikelin, xalkopirit, bornit, orta və yüksək müqavimətə malik olan minerallar vismut, ilmenit, taqorit, sfalerit, boksit, maqnetit, volfromit, xromit və s.

Polikristallik elektrik müqaviməti kristalın istiqamətindən, ölçüsündən və sıxlığından asılıdır. Xüsusilə, müqavimətin qiymətinə onun sıxlığı təsir edir. Polikristallik qrafitdə anizotropiya monokristallik qrafitə nisbətən zəifdir. Sintetik maqnetit kristal otaq temperaturunda üç istiqamətdə eyni keçiriciliyə malikdir, ancaq 170° müqavimətin qiyməti $\rho_{[111]}:\rho_{[100]}:\rho_{[110]}=5:3:2$. Pirit mineralında həm dəşik, həm də elektron keçiriciliyinə rast gəlinir. Üçüncü qrup minerallar böyük müqavimətlidir, bunlar dielektriklərə aiddir. Bunlardan çoxu Yer kürəsində süxur əmələ gətirən mineral kimi yayılmışdır. Bunların elektrik keçiriciliyi cədvəldə verilmişdir. Bu

qrupa aid olan mineralların elektrik müqaviməti geniş həddə dəyişir. Bu onun kimyəvi tərkibindəki aşqardan və yataqdan asılıdır.

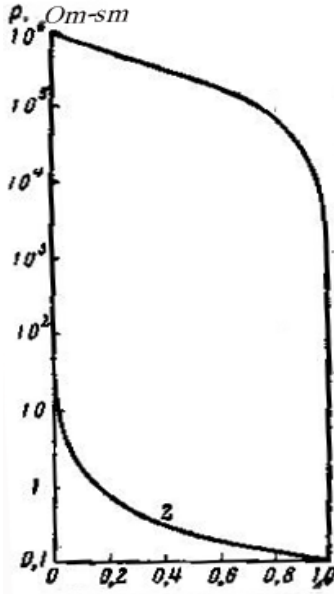
Süxurların mineral tərkibinin elektrik müqavimətinə təsiri. Süxurların elektrik keçiriciliyinin mexanizminin müxtəlif amillərin təsirinə öyrənilməsi böyük zəhmət tələb edən məsələlərdəndir. Hal-hazırda süxurların müxtəlif üsullarla ölçülən elektrik keçiriciliyinin mineral tərkibindən, maye fazanın tərkibindən və onun elektrik keçiriciliyindən, mineral dənələrin forma və ölçülərindən və teksturasından asılılığı müəyyən edilmişdir.

Süxurların müqaviməti hər şeydən əvvəl keçirici mühitin süxuru təşkil etməsindən, həm də onun daxilində yerləşmiş mineralın olmasından asılıdır. Bununla əlaqədar olaraq elektrik müqavimətində keçirici mineralın həcmdəki miqdarından asılı olaraq iki xarakterik asılılıq müşahidə olunur. 3-cü şəkildə hər iki hal göstərilir. Şəkildə üst əyri kiçik müqavimətə malik olan birləşmənin, aşağıdakı isə böyük müqavimətə malik olan birləşmənin müqavimətini əks etdirir. Buradan görünür ki, az zənginliyə malik olan böyük müqavimətli mühidə keçirici komponentin az olması mühitin ümumi müqavimətinin az dəyişməsinə səbəb olur. tərəfdən kiçik müqavimətli keçirici komponentin birləşmədə cüzi artması ümumi müqavimətin kəskin azalmasına səbəb olur.

Əgər kiçik müqavimətli aşqar bərk yastılaşmış ellipsoid, iynəvari formada olsa mühidə kəskin anizotropiya müşahidə olunur. Ən az müqavimət aşqarın ən böyük ölçüsü istiqamətində müşahidə olunur. Bu halda keçiriciliyin zənginliyindən asılı olaraq mühitin elektrik müqaviməti müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif olacaqdır. Yaxşı keçiricilikli sementləyici aqreqatlarda xüsusi müqavimət aşqarın bircinsliyindən az asılı olur. Pis keçiricilikli sementləyici mühidə xüsusi müqavimət aşqarın bircinsliyindən və formasından çox asılı olur. Uzunsov aşqarlı süxurların xüsusi müqaviməti girdə formalı aşqarlar olan süxurların xüsusi müqavimətindən kiçik olacaqdır.

Göstərilən işlər sənaye əhəmiyyətinə malik olan filizlərin müqavimətinin süxurun maddi tərkibindən, struktur və tekstur xüsusiyyətlərindən asılı olduğunu aşkar etməyə imkan verir.

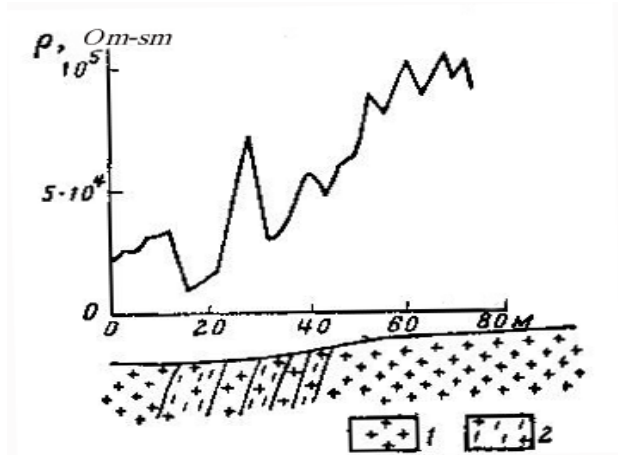
Böyük müqavimətli süxurlara maqmatik, metamorfik, bir neçə çökmə süxurları aid etmək olar. Bu süxurlar əsasən minerallardan, dielektriklərdən və az miqdarda nəmlikdən ibarət olur. Mineralların böyük müqavimətə və az nəmliyə malik olması səbəbindən bu süxurların müqaviməti filiz və böyük miqdarda nəmliyə malik olan çökmə süxurlarından çoxdur. Bu mineralların elektrik müqaviməti praktiki olaraq nə mineral tərkibdən, nə də genezisdən asılıdır. Bu aşağıdakı səbəblərdən irəli gəlir. Süxur əmələ gətirən mineralların böyük çoxluğu təxminən eyni xüsusi müqavimətə malikdir. Bununla əlaqədar olaraq çökmə süxurlar çox hallarda qneys, kvars, diabaz kimi müqavimətə malikdir. Cüzi miqdarda nəmliyin olması böyük müqavimətə malik olan süxurun müqavimətini kəskin azaldır və çox hallarda süxurları müqavimətinə görə fərqləndirmək çox çətin olur. Süni yolla nəmliyin azaldılması zamanı müqavimətin azalması müşahidə olunur (mütləq quru). Bunlar turşdan əsasiyə və ultraəsasiyə keçməklə fərqlənirlər.



Şəkil 3. Şar formalı qoşulmalı aqreقاتların xüsusi müqaviməti 1-qoşmanın müqavimətinin, süxuru özündə yerləşdirən süxurun müqavimətinə olan nisbəti $10^{-1}/10^6$; 2-həmçinin $10^6/10^{-1}$

Süxurların müqaviməti təbiətdə təkcə onun tərkibilə yox, həm də yeraltı sulara nisbətən yerləşməsindən, minerallarla zənginliyindən, massivlərin pozulma dərəcəsinə və eyni zamanda iqlim şəraitindən asılıdır. Maqmatik və metamorfik süxurlar yeraltı sulardan üstə olduqda müqaviməti yeraltı sulardan aşağıda yerləşəninkindən böyük olur. Tektonik zonalarda çatlar keçən süxurların xüsusi müqaviməti həmişə pozulmamış massivlərin xüsusi müqavimətindən kiçik olur. Şəkil 4.

Bunu şəkildən maqmatik və çökmə süxurların elektrik müqaviməti bu süxurları əmələ gətirən mineralların müqavimətindən az olduğunu aydın görmək olur. Təbii süxurlarda bu böyük miqdarda nəmliyin olması ilə izah olunur. Quru süxurlarda az miqdarda aşqarların olması (istər mexaniki, istərsə də kimyəvi) dielektriklərin müqavimətini azaldır.



Şəkil 4. Qırılıb dağılma zonalarında dəyişməmiş kvars porfirlərin üzərində aparılan simetrik elektrik profillemələrinin qrafiki (A.V.Veşevain dännıları əsasında). 1-kvashlı porfiridlər; 2-dağılıb qırılma zonasında dəyişmiş kvars porfirləri.

Süxurların elektrik müqavimətinə nəmliyin təsiri. Nəmlik süxurun əsas komponentlərindəndir. Bu bir neçə filizi çıxmaq şərti ilə bütün süxurların müqavimətinə təsir edir. Nəmliyin süxur müqavimətinin azalmasına təsiri, onun müqavimətinin süxur əmələ gətirən mineralların müqavimətindən az olması ilə əlaqədardır. Süxurları müqavimət nəmlikdən asılılı olaraq üç dəstəyə ayırılır: sıx böyük müqavimətli, az gilli və gilli.

Nəmli süxurlarda müqavimət, mineral məhlulun miqdarı, tərkibi və müqavimətin qiyməti ilə təyin olunduğundan, əvvəlcə suyun növünü və onu xüsusi müqavimətini bilməliyik. **Təbii suların xüsusi müqaviməti** təbii sular öz tərkibinə görə çox müxtəlifdirlər. Bütün məhlulların ehtimal olunan tərkibi natrium xlorudur, bəzən duzlar və turşulardan ibarət olur.

Təbii sular da uzun miqdarı geniş diapazonda 0,1 mq/l-dən 10 q/l və bundan çox olur. Duzlu çöküntülər üzərində səthi sular da duzların zənginliyi lay sularına nisbətən azdır. Təbii suların elektrik müqaviməti bunun tərkibində həll olunan duzun zənginliyindən asılıdır. Kimyəvi tərkibin məhlulun xüsusi müqavimətinə təsiri çox deyildir. Çünki təbii suda olan ionların mütəhərrikiyi bir-birindən az fərqlənir. Dağlıq ərazilərdə sular az duzlaşır və xüsusi müqaviməti böyük olur. Ən böyük müqavimətə təzə distillə olunmuş su malikdir 10^7 Om-sm.

Böyük müqavimətli sıx süxurlar. Vulkanik, metamorfik və sıx çökmə süxurlarında nəmlik 3%-dən çox olmur. Çox halda 1%-dən az olur. Ancaq nəmliyin bu miqdarı müqavimətin qiymətini kəskin dəyişdirir (Cədvəl 2).

Müxtəlif nəmliyə malik olan süxurların xüsusi müqaviməti 2

Süxurlar	Nəmlik %	Xüsusi müqavimət Om-sm	Süxurlar	Nəmlik %	Xüsusi müqavimət Om-sm
Alevrolit	0,54 0,5 0,44 0,38	$1,5 \cdot 10^6$ $7,3 \cdot 10^6$ $8,4 \cdot 10^6$		0,02 0	$5,7 \cdot 10^7$
İri dənəli qum daşları	0,34 0,18	$9,6 \cdot 10^7$ 10^{10}	Peridotit	0,03 0,016 0	$2,2 \cdot 10^6$ $1,1 \cdot 10^8$ $1,8 \cdot 10^9$
Kiçik dənəli qum daşları	1 1,67 0,1	$4,2 \cdot 10^5$ $3,18 \cdot 10^8$ $1,4 \cdot 10^{10}$	Olvinli piroksenit	0,028 0,014 0	$0,7 \cdot 10^7$ $0,39 \cdot 10^8$ $0,56 \cdot 10^{10}$
Pirofillit	0,76 0,72 0,7 0	$6,1 \cdot 10^8$ $4,9 \cdot 10^9$ $2,1 \cdot 10^{10}$ $\sim 10^{13}$	Bazalt	0,95 0,49 0,26 0	$4,1 \cdot 10^6$ $9,0 \cdot 10^7$ $3,1 \cdot 10^9$ $1,26 \cdot 10^{10}$
Qranit	0,31 0,19 0,06 0	$4,4 \cdot 10^5$ $1,8 \cdot 10^8$ $1,3 \cdot 10^{10}$ 10^{12}	Peridotit	0,1 0,003 0	$3,07 \cdot 10^5$ $4,0 \cdot 10^5$ $6,5 \cdot 10^5$

Buradan görünür ki, nəmliyin onda bir faizlərlə azalması xüsusi müqaviməti bir və daha çox tərtibdə artırır. Nəmliyin az olmasına baxmayaraq, bunun cüzi dəyişməsi müqavimətin kəskin dəyişməsinə gətirir. Nəmliyin azalması ilə müqavimətin kəskin dəyişməsi ən çox qranitdə az dərəcədə isə dolomitdə, bazaltda müşahidə olunur.

Az gilli məhlulla doymuş süxurların elektrik müqaviməti.

Bu dəstəyə karbonatlı, qumdaşlı süxurlar və qumlar daxildir. Belə ki, bu süxurların gövdəsi (skeleti) bir tərtibli böyük müqavimətli minerallardan ibarətdir, bu süxurların xüsusi müqaviməti əsasən süxurun tərkibində olan nəmliyin miqdarı, onun minerallaşması və məsamələrin strukturu ilə təyin olunur.

Süxurun məsamələri məhlulla tam doymuş olarsa süxurda nəmliyin miqdarı, məsaməliliyin funksiyası olacaqdır. Məsaməlilik k nə qədər çoxdursa nəmlik də ω bir o qdər çox olur. Məsamələr nəmliklə maksimum dolduqda müqavimət boşluğu dolduran məhlulun zənginliyindən asılı olacaqdır. Eyni mineral tərkibə və nəmliyin eyni qiymətində süxurlar elektrik müqavimətinə görə bir-birindən kəskin fərqlənəcəkdir.

Nəzəri və təcrübi olaraq süxurun müqaviməti ρ_{sk} və minerallaşmış məhlulun müqaviməti ρ_s arasında düz mütənəsbilik mövcuddur. Sementləmənin dərəcəsi artdıqca boşluqların strukturunun rolu artır. Sıxlaşaraq bərkidikdən sonra məsamələrin bir hissəsi bağlanır, yeni sədlər yaranır və məsamələrin forması mürəkkəbləşir, yəni əyilərək (girintili-çixıntılar) artır.

Boşluqların girintili-çixıntılı olmasının elektrik müqavimətinə təsiri o qədər çoxdur ki, eyni mineral tərkibə və məsaməliliyə malik olan iki süxur müxtəlif quruluşa malikdirsə, onda müxtəlif müqavimətə malik olacaqdır. Əgər süxurun bütün boşluqları elektrolitlə dolmuş olsa bu elektrik keçiricilikdə iştirak edəcəkdir, onda parametr poristosti P boşluqların girintili-çixıntılıqları ilə və məsaməliliyin T ilə aşağıdakı nisbətdə əlaqədar olacaq.

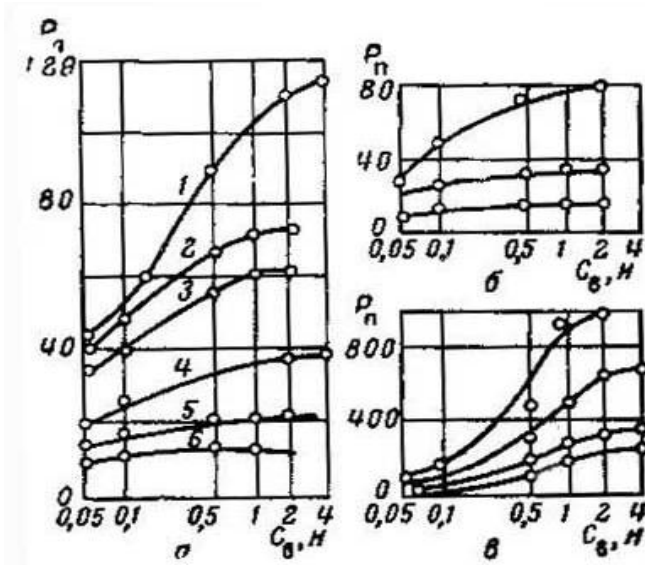
$$P = \frac{T^2}{K} V$$

Gilli süxurlar. Gilli süxurlarda böyük müqavimətli minerallarla bərabər elektrik keçirən zeolit və gil dəstəsinə aid olan minerallar da vardır. Bununla əlaqədar olaraq gilli süxurların elektrik keçiriciliyi təkcə süxurun tərkibində olan məhlulun müqavimətindən yox, bunun tərkibində olan mineralların miqdarından, xarakterindən, onun paylanmasından asılıdır. Gilin hissəcikləri süxurun dənələri arasında yerləşir, yaxud da boşluğun səthini örtür. Süxurun tərkibində gilin olması məsələliliklə müqayisədə nəmliyin artmasına səbəb olur, bu gil hissəciklərinin məhlulda ilişməsi hesabına baş verir. Süxurun tərkibində gilin nəzərə çarpacaq dərəcədə olması özünəməxsus spesifik xassəyə malik olur. Birinci gil hissəciklərinin miqdarı artdıqca həcmdə nəmlik artır. İkinci süxurun müqaviməti ilə mineral məhlul arasındakı düzxətli asılılıq pozulur. Məhlulun tərkibində mineral duzların zənginliyi gilli süxurlarda xüsusi müqavimətin artmasına, az zənginlik isə azalmasına səbəb olur.

Bu qanunauyğunluğun fiziki xüsusiyyəti Daxnov tərəfindən aşağıdakı kimi şərh edilmişdir. Boşluqda məhlulun zənginliyinin artması ionun bir hissəsinin elektrolitdən ikiqat yaranan elektrik qatına keçməsidir. İonlar bu qatda böyük elektrostatik cazibə qüvvəsinin təsiri nəticəsində yürüklüyünü itirir, bununla da müqavimətin artmasına səbəb olur. Belə ki, süxurun tərkibində gil materialı nə qədər çox olsa, bir o qədər də ikiqat təbəqənin səthi çox olur, uyğun olaraq elektrik müqaviməti artır (Şəkil5). Gilli süxurlarda elektrolitdə duzun zənginliyinin azalması ilə xüsusi müqavimətin azalmasına səbəb olur. Bu səthi elektrik keçiriciliyi hadisəsi ilə, gilli materialların hidrolizi ilə əlaqədardır. Hidroliz məhsulları hesabına süxur əlavə keçiricilik əldə edir. Gil hissəcikləri çox olduqca ionlar da çox olur, bununla əlaqədar olaraq süxurların müqaviməti az olur.

Elektrokinetik hadisənin nəzəriyyəsinə əsasən səthi keçiriciliyi, iki qat təbəqənin yüksək keçiriciliyi ilə əlaqələndirirlər, təbəqənin qalınlığı zənginlik artdıqca azalır və onun təsiri praktiki olaraq itir.

Gilli materiallar neftli-qazlı süxurlarda olduqda onun müqavimətini güclü azaldır, nəticədə gilli süxurlar orta yaxud kiçik müqavimət əldə edir.



Şəkil 5. Duz məhlulu ilə doymuş gilli qum daşları süxurunun məsaməlilik əmsalının məhlulun duzla zənginliyindən asılılığı. A-qum daşları; 1 və 2 gilli; 3 və 4 zəif gilli yaxud alevrilitli; 5 və 6 təmiz; b müxtəlif gilli alerolitlər; q-argilitlər

Neftli süxurların elektrik müqaviməti. Əvvəldə qeyd edilmişdir ki, məsamələri mineral məhlullarla dolmuş süxurların elektrik müqaviməti ilk yaxınlaşmada məsaməliliyin qiyməti ilə təyin edilir. Ancaq bütün hallarda süxurların məsamələri (boşluqları) keçirici mayelərlə dolu olmur. Torpaq sularından yuxarıda yerləşən çökmə süxurlar və qazlı laylarda məsamələrin bir hissəsi adətən maye ilə dolur. Neftli laylarda keçirici elektrolitlərlə yanaşı, məsamələr neftlə dolur. Süxurun boşluqlarında olan neft-qaz yaxud da hava süxurun müqaviməti 100% keçirici maye ilə dolmuş süxurların müqavimətindən nəzərə çarpacaq dərəcədə çox olacaqdır. Quru süxur, neft və hava demək olar ki, sonsuz müqavimətə malikdir. Süxurun boşluğundakı nəmlik neft və hava ilə nə qədər zəngin olsa, müqaviməti bir o qədər çox olacaqdır. Ancaq tərkibində

eyni miqdarda nəm olan süxurlardan hansının tərkibində müxtəlif dərəcədə mineralaşma baş verirsə, onda müqavimət də həmin dərəcə fərqlənəcəkdir.

Göstərilən amillərin təsirindən azad olmaq üçün və süxurların, xüsusilə də kollektorların qaz və neftlə doyma dərəcəsini müqayisə etmək üçün, məsaməlilik parametrlərinə analoji olaraq adsız kəmiyyət süxurun boş sahəsinin doyma parametri P_{doyma} daxil edilmişdir. Bu süxurun məsaməsinin bir hissəsinin neftlə dolması zamanı müqavimətinin ρ_{nd} 100% su ilə doymuş süxurun müqavimətindən ρ_{sd} nə qədər artdığını göstərir.

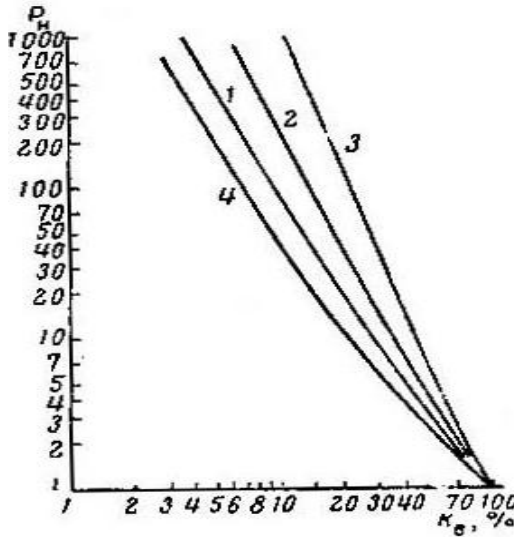
$$P_n = \frac{\rho_{\text{nd}}}{\rho_{\text{sd}}}$$

Bu parametrin qiyməti ilə süxurun neft və qazla dolma dərəcəsi haqda nəticə çıxarmaq olar.

Suyun süxurun tərkibində yayılma xüsusiyyəti, süxurun tərkibində mineral dənələrin maye ilə islanma şəraitindən asılıdır. Bütün hallarda bu mineralların səthi hidrofildir və bağlı sular bu dənələrin səthini nazik təbəqə kimi örtür. Əgər kif mineral dənənin üstünü nazik təbəqə kimi örtürsə, bu mineralı səthi hidrofil olur. Belə halda su dənələri bir-birindən təcrid edir. Bununla əlaqədar olaraq eyni şəraitdə doyma parametri bu səbəbdən kollektorların hidrofob müqaviməti hidrofil müqavimətindən nəzərə çarpacaq dərəcədə çox olur. Bunun təsdiqi şəkiləki qrafikdə göstərilmişdir (Şəkil 6). Eyni zamanda sulu-neftli emulsiyalarla doymuş süxurlar böyük müqavimətə malikdir, çünki bunun daxilində olan dispersion sular neftlə tam təcrid olunub, praktiki olaraq elektrik keçiriciliyində iştirak etmir. Kollektor süxurların elektrik müqaviməti terrigen çöküntülərin neftliliyinin təyininə ən vacib amillərdən biridir və maddən geofizikasında kütləvi üsul kimi süxurların məhsuldarlığını müəyyən etmək üçün çox geniş istifadə olunur.

Elektrik müqavimətinin süxurun struktur və anizotropiyasından asılılığı. Müxtəlif süxurlarda struktur ünsürlərinin müqavimətə təsiri müxtəlifdir və süxurun növündən asılıdır. Əvvəldə göstərilmişdir ki, filizlərin müqaviməti başlıca

olaraq filiz minerallarının formasından və qeyri-filiz mineralları ilə qarşılıqlı nisbətindən asılıdır. Dənələrin ölçüləri onun formasına nisbətən az təsir etməsinə baxmayaraq, eyni tərkibli, eyni formalı dənələri olan süxurlarda müqavimətin nəzərə çarpacaq dəyişməsi müşahidə olunur.



Şəkil 6. Doyma əmsalının P_h su ilə doyma əmsalından k_s asıllığı
1,2 və 3-qumdaşlı gilli; uyğun olaraq hidrofilli, zəif qidrofilli və hidrofilli süxurlar; 4-karbonatlı süxurlar (Arçiyə görə).
vimətə malikdir, çünki bunun daxilində olan dispersion sular neftlə tam təcrid olunub, praktiki olaraq elektrik keçiriciliyində iştirak etmir.

Təsəvvür edək ki, süxur kiçik müqavimətli mineral dənəciklərdən əmələ gəlmişdir və keçiriciliyi pis olan aşqar tam yox dərəcəsidir. Onda mineral dənələrin böyüklüyü, kiçikliyi, bunlar arasında əlaqənin xüsusiyyəti təxminən eyni olacaqdır və müqavimətin qiymətində nəzərə çarpacaq dərəcədə müşahidə olunmayacaq. Həqiqətdə isə filizli süxurlar kiçik müqavimətli minerallarla bərabər,

böyük müqavimətli, pis keçirici minerallar olur, bunlar keçirici mineralları hər tərəfdən əhatə edərək keçirici minerallar arasında yaxşı təmasın olmasına maneçilik törədir və süxurların keçiriciliyini pisləşdirir. Təyin edilib ki, dənələr nə qədər böyük olsa, eyni şəraitdə müqavimət bir o qədər böyük olacaqdır.

Süxurun xüsusi müqavimətinin mineralın hissəciklərinin ölçülərindən asılılığı çökmə süxur komplekslərində özünü daha aydın göstərir. Yuxarıda göstərilmişdir ki, az zənginlikli su ilə doyurulmuş kiçik dənəcikli süxurlarda müqavimət eyni şəraitdə orta və böyük dənəli süxurların müqavimətindən kiçik olur.

Çox minerallaşmış su ilə doymuş süxurlarda da əksinə asılılıq müşahidə olunur. Çökmə süxurlarda dənələrin ölçüsünün müqavimətə təsiri onunla əlaqədardır ki, aqreqatda dənələr nə qədər kiçik olsa, cərəyan keçirici kanalın girintili-çixıntılılığı (əyri-üyrülüyü) artır və süxurun müqaviməti böyük olur.

Qeyri-filiz süxurlarda xüsusi müqavimət təkcə mineralın ölçüsündən yox, eyni zamanda forma və yerləşməsindən asılıdır. Mineral dənələrin uzunsov yaxud yastı olması və uyğun olaraq yerləşməsi tekstura yaradır. Layların uzanma və eninə müqavimətinin təyin edilməsi üçün aşağıdakı formuldan istifadə olunur.

$$\rho_t = \frac{(v+1)\rho_p\rho_s}{v\rho_s - \rho_p} \quad \rho_n = \frac{v\rho_p\rho_s}{v+1}$$

burada ρ_p –pis keçirici layın xüsusi müqavimətidir, ρ_s –yaxşı keçirici layın xüsusi müqavimətidir, v –vahid həcmdə layın ümumi qalınlığının müqavimətinin ρ_p layın qalınlığının müqavimətinə nisbətinə bərabərdir.

Müqavimətin anizotropiyası λ əmsalı ilə işarə olunur və aşağıdakı düsturla təyin edilir:

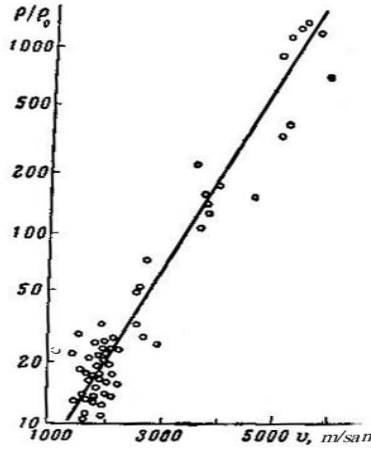
$$\lambda = \sqrt{\frac{\rho_n}{\rho_t}} = \sqrt{1 + \frac{v(\rho_p - \rho_s)^2}{(v+1)^2 \rho_p \rho_s}}$$

Layın xüsusi müqaviməti layın eni istiqamətində həmişə layın uzanma istiqamətinə nisbətən böyük olur. Təcrübə göstərir ki, bu

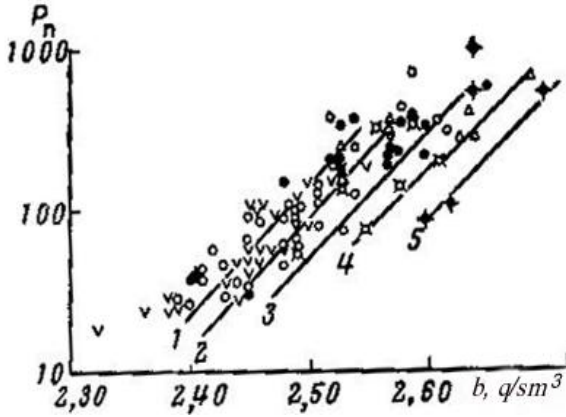
fərq anizotropiyanı yaradan qatlar bir-birindən çox fərqlənsin. Göstərmək lazımdır ki, təbəqəli süxurlarda λ -nın temperaturdan asılılığı müşahidə olunur.

Süxurların kollektor xassələri təkcə açıq məsaməliklə yox, eyni zamanda az açıq olan kiçik çatlarla təyin olunur. Buna görə də çatlı süxurların xüsusi müqavimətini müxtəlif istiqamətlərdə öyrənmək böyük təcrübi əhəmiyyətə malikdir.

Elektrik müqavimətinin süxurların başqa fiziki xassələri ilə əlaqəsi. Süxurların elektrik xassəsinin onun maqnit elastiklik xassəsi ilə əlaqəsi böyük praktiki və elmi əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, bu parametrlər iki geofiziki maqnit və seysmik kəşfiyyat üsullarının əsasını təşkil edir. Çöl praktiki işlərində göstərilən üsullardan alınan nəticələrin düzlüyünü çox hallarda kompleks təhlil ilə yoxlayırlar. Buna görə də süxurların fiziki xassələri arasında olan əlaqə nəzərə çarpacaq dərəcədə çöl materiallarının təhlilinin keyfiyyətini artırır bilər. Bundan başqa elektrik karotac işləri seysmik karotac işlərinə nisbətən böyük həcmdə aparıldığından, bəzi hallarda süxurun elastik xassəsinə təyin etmək üçün elektrik ölçmələrinin materiallarından istifadə edilməli olur. Şəkildə alevrolit və qum daşları üçün bu asılılığı göstərən təcrübənin nəticələri verilmişdir (Şəkil 7,8). Qumdaşlı gilli süxurlar üçün məsaməlik əmsalı ilə sıxlıq arasında düz mütənasibli asılılıq alınmışdır.



Şəkil 7. Qumdaşları və alerolitli süxurların nisbi müqavimətlər ilə həmin süxurlarda elastiki dalğaların yayılma sürətləri arasında asılılıq.



Şəkil 8. Başqırdıstan və Tatarıstan docivetski çökmə qumdaşlı-gilli süxurlarında məsaməlilik əmsalının P_m süxurun sıxlığından asılılığı.

Sıxlıq artdıqca bu süxurlarda məsaməlilik parametrinin artması müşahidə olunur.

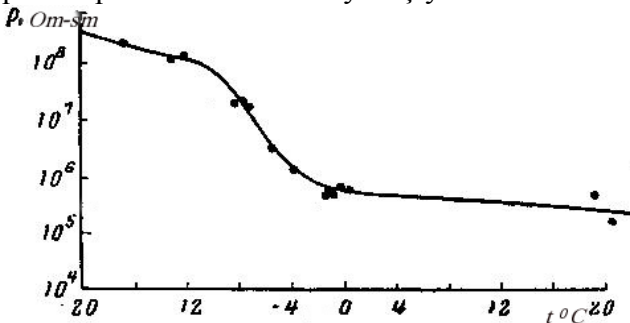
Yazılanlardan görünür ki, süxurun elektrik müqavimətinin onun sıxlığı və mexaniki xassələri arasında korrelyasiya əlaqəsinin ilkin inkişaf mərhələsində olduğunu görürük, ancaq müqavimətlə maqnit sahəsi arasında olan əlaqədən bizə heç nə məlum deyil.

Temperaturun süxurun elektrik müqavimətinə təsiri.

Süxurların temperatur şəraitində olma diapazonu yüz dərəcələrlə hesablanır. Şimal qütbədə daim buzlaşmış süxurlarda temperatur mənfi 40°C-yə çatır.

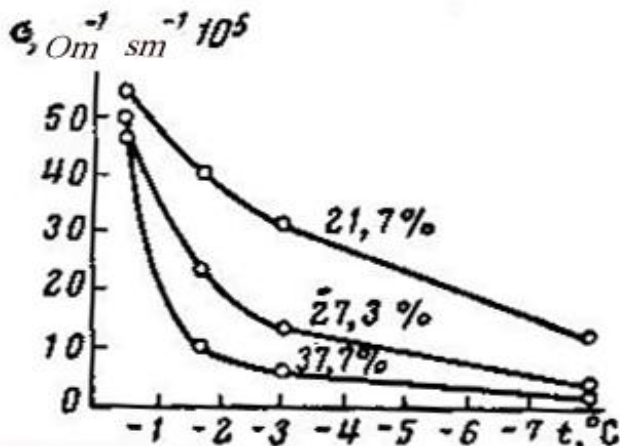
Yer qabığının sərhədində və mantiyada isə 700°C-dir. Elektrik kəşfiyyatından istifadə edərək donmuş sahələrin ərazisinin sərhədini çəkmək, onun qalınlığını və kəsilişlərdə donmuş süxurların (-40°C+20°C) öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Mədən geofizikasını böyük temperaturlar maraqlandırır. Böyük dərinliklər üçün elektrik zondlaşmanın nəticələrini təhlil etmək üçün süxur və mineralların müqavimətinin temperaturdan asılılığı 1500-yə qədər maraq kəsb edir.

Biotitli qranitlərin, porfiridlərin, diabaz və müxtəlif qumdaşlarını -20°-dən +20°C arasında tədqiqi zamanı temperaturun artması ilə 20°-10°-8° müqavimətin azca dəyişməsi müşahidə olunur, sonra kəskin temperaturun artması ilə müqavimətin azalma oblastı müşahidə olunur. Bu kəskin azalma bunun faza keçidindən asılıdır. Bu oblastın hüdudu müxtəlif süxurlar üçün müxtəlifdir və süxuru doyuran məhlulun minerallaşma zənginliyindən asılıdır (Şəkil 9). Eyni şəraitə süxurun məsamələrinə olan sulara minerallaşmanın zənginliyi artdıqca faza keçid temperaturu azalır və temperatur azaldıqca müqavimətin azalması yavaşlayır.



Şəkil 9. 0,1% nəmlikli və 0,001% NaCl duzu ilə zənginləşən məhlulla doymuş biotitli qranit süxurunun xüsusi müqavimətinin temperaturdan asılılığı.

Temperaturun 0-dan yuxarı qiymətində yenidən müqavimətin temperaturdan asılı olaraq yavaş-yavaş dəyişməsi baş verir. Süxurların tərkibində su iki formada olur, biri kristal formasında bağlı (istiqamətli) i sərbəst sudur. Bağlı sular iri parçalı süxurlarda pesok, qrafitdə olurlar, olsa da çox cüzi halda. Ona görə də faza keçidi 0° temperaturya yaxın halda müşahidə olunur. Bu süxurlar üçün müqavimətin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi 0° -də kəskin dəyişməsi ilə fərqlənir. Kiçik parçalı süxurlarda hissəciklər böyük xüsusi səthə malik olduqları üçün bağlı suyun miqdarında çox olur. Bununla əlaqədar olaraq bu süxurlarda faza keçidi 0° -dən aşağıda baş verir. Çünki 0° -dən aşağıda sərbəst su, bundan sonra elektrolitin zəif bağlı olan hissəsi buza çevrilir. Bu proseslər nəticəsində $\Delta\rho/\Delta t$ nisbəti kiçik parçalı süxurlarda iri parçalı süxurlara nisbətən zəif dəyişir. Bundan başqa aşağı temperaturlarda kiçik parçalı süxurlarda buzun az olması hesabına müqavimət böyük parçalı süxurlara nisbətən az olur. Donmuş süxurlarda müqavimətin mütləq qiyməti süxurun tərkibində nəmliyin dərəcəsindən kəskin asılıdır. Müsbət temperatur sahəsində süxurun tərkibində nəmliyin artması ilə müqavimətin azalması müşahidə olunur. Donmuş süxurlarda bunun əksi müşahidə olunur, yəni nəmlik artdıqca müqavimət artır. Şəkil 10-da nəmliyin



Şəkil 10. Müxtəlif nəmlikli donmuş suqlinkin xüsusi

müqavimətinin temperaturdan asılılığı.

mənfi temperaturda elektrik keçiriciliyinə təsir göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, nəmlik artdıqca keçiricilik azalır. Süxurlar üçün $\rho=f/t$ asılılığı 20° -dən 200° -ə qədər olan intervalda dəyişməsi nəmliyin miqdarından asılı olaraq bəzi xüsusiyyətlərə malikdir. Nəmli süxurlarda müqavimətin temperaturdan asılı dəyişməsini iki müqavimətin cəminin dəyişməsi kimi baxmaq lazımdır. Buna bərk və süxuru doyuran məhlulun fazası kimi baxmaq lazımdır. Temperaturun məhlulun müqavimətinə təsiri aşağıdakı formula ilə ifadə olunur

$$\rho_{st} = \frac{\rho_{s18}}{1 + a_t(t - 18^\circ)} = \rho_t \rho_{s18}$$

ρ_{st} -boşluqda olan suyun $t^\circ\text{C}$ -də xüsusi müqavimətidir; ρ_{s18} -məhlulun 18°C -də xüsusi müqavimətidir.

Süxurlarda bərk skeletin elektrik keçiriciliyinin dəyişmə qanunu yarımkeçiricilərin yaxud dielektriklərin keçiriciliyi ilə təyin edildiyindən aşağıdakı düsturlarla ifadə olunur

$$\sigma_t = \sigma_0 e^{-\frac{E}{2KT}} \quad \sigma_t = \sigma_0 e^{-\frac{E}{KT}}$$

Bu düsturlara əsaslanaraq görürük ki, temperatur artdıqca süxurun bərk fazasının elektrik keçiriciliyinin artmasına səbəb olur. Əgər süxurun tərkibində bərk və maye faanın müəyyən nisbətində müqavimətin dəyişməsi birinci yaxud ikinci qanuna tabe olacaqdır. Əgər süxurun tərkibində nəzərə çarpmayacaq dərəcədə olan nəmlik dəyişməz qalarsa, temperatur artdıqca $\rho=f(t)$ asılılığı üstünlük təşkil edir, bu da məhlullara xarakterik olan haldır. Əgər temperaturun artması ilə elektrolitin buxarlanması gedirsə, müqavimətin anomal dəyişməsi müşahidə olunur. İlkən nəmlik süxurun tərkibində nə qədər çox olsa, qızma zamanı müqavimət bir o qədər böyük sürətlə artmağa başlayır. Maqmatik süxurlarda elektrik keçiriciliyinin mexanizmi hələ tam öyrənilməyib. Tədqiqatlarla aydın olub ki, süxurlarda keçiricilikdə ionlardan başqa elektronlar da iştirak edirlər.

Eksperimentdən alınan nəticələri analiz etməklə alimlər belə nəticəyə gəliblər ki, olivində və olivinin strukturuna yaxın süxurlarda

elektrik keçiricilik 600°C -də aşqarlarla, $600-1100^{\circ}\text{C}$ hüdudunda yarımkeçiricilərdəki kimi ionlara uyğundur, 1100°C -dən yuxarı temperatur da ionlarla uyğundur. Göstərilən materiallardan aydın görünür ki, temperatur bütün tip süxurların hamısının elektrik keçiriciliyinə təsir edir.

Müqavimətin otaq temperaturundan 1000°C -yə qədər dəyişməsi zamanı müqavimətin dəyişməsi bir neçə tərtiblə hesablanır. Təxminən süxurlarda aktivləşmə enerjisinin nisbətən kiçik və eyni olması göstərir ki, əsas cərəyan daşıyıcıları otaq temperaturundan $600-700^{\circ}\text{C}$ -yə qədər aşqarlardır, bundan böyük temperaturlarda elektrik keçiriciliyi yarımkeçirici xüsusiyyətə malik olur, yaxud əsasən ionlarla həyata keçir, belə olan halda Na və K ionların əhəmiyyətli fəaliyyətini nəzərə almaq olar.

Təzyiqin süxurların elektrik keçiriciliyinə təsiri. Yerın təbii elektromaqnit sahəsinin dəyişməsinin müşahidəsindən və təhlilindən görürük ki, elektrik müqaviməti dərinlik artdıqca dəyişməyə başlayır. Bu halda bir neçə 10 km dərinlikdə elektrik müqavimətinin azalması baş verir, nəticədə bu ən kiçik qiyməti 400-500 km dərinlikdə olan müqavimətin mütləq qiyməti bir neçə Om sm-ə qədər düşür. Aydınlaşdırmaq vacibdir ki, elektrik müqavimətinin azalması nə ilə əlaqədardır. Bu azalma Yerın üst mantiyasının maddi tərkibinin dəyişməsi ilə yoxsa təzyiq və temperaturun təsiri ilə baş verir. Ona görə də Yerın daxilində gedən proseslər haqda təsəvvürümüzü artırmaq üçün süxurların fiziki xassələri öyrənilədikdə hansı dərinliyi modelləşdiririksə tədqiqatlar həmin termodinamik şəraitə yaxın olan qurğularda aparılmalıdır. Bu şəraitin öyrənilməsi təkcə böyük geofizikanın həll etdiyi problemlər üçün deyil, bu eyni zamanda kəşfiyyat geofizikası və mədən geofizikası üçün böyük maraq kəsb edir. Hal-hazırda dərin quyuların qazılması ilə əlaqədar olaraq karotac diaqramlarının kəmiyyətə təhlili üçün çökmə süxurların elektrik müqavimətinin laboratoriya şəraitində təzyiq və temperaturdan asılılığının öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Süxurların müqavimətinə təzyiqin təsirinin öyrənilməsi iki istiqamətdə inkişaf etdirilmişdir. Birinci istiqamət mədən geofizikasının

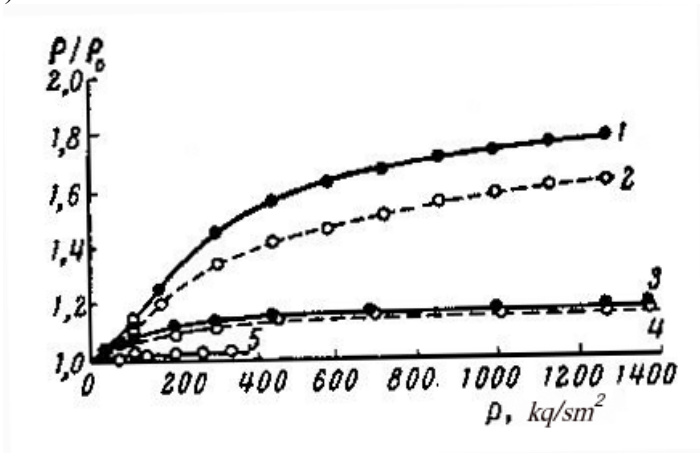
həll etdiyi məsələlərə, ələlxüsus çökmə və kollektor süxurların müqaviməti ilə təzyiqli arasında asılılığı müəyyən etməkdən ibarətdir. Bu halda təcrübə zamanı $p=1000 \text{ kq/sm}^2$ təzyiqlin təsirlə kifayətlənmək lazımdır. İkinci istiqamət üçün süxurun müqavimətinin böyük təzyiql altında bir neçə və yüz atmosfer təzyiqlə öyrənilməsi tələb olunur.

Xüsusi müqavimətin və məsaməlilik kəmiyyətinin ölçmələrinin nəticələri göstərir ki, xarici təzyiql artıqlca müqavimət və məsaməlilik kəmiyyəti P_n artır

$$P_n = \frac{\rho_{md}}{\rho_m}$$

ρ_{md} -məhlulla doymuş süxurun xüsusi müqavimətidir; ρ_m -məhlulun xüsusi müqavimətidir.

Təcrübələrin nəticəsi olaraq şəkildə nisbi elektrik müqavimətinin təzyiqlə asılılığı verilmişdir. ρ/ρ_0 verilmiş təzyiqlə müqavimətin qiymətinin başlanğıc müqavimətə nisbətini göstərir (Şəkil 11).



Şəkil 11. 50 atm təzyiql altında doydurulmuş qumdaşlı nümunələrin nisbi xüsusi müqavimətinin təzyiqlə asılılığı. 1-gilli-karbonatlı sement; 2-karbonatlı sement.

ρ/ρ_0 dəyişməsinin intensivliyi təkcə sementin tipindən yox, həm də onun miqdarından asılıdır. Sementin faizlə miqdarı artdıqca təzyiqin artması ilə müqavimətin nisbi artması daha aydın müşahidə olunur. Müqavimətin nisbi artımı təzyiqin 1-200 atm hüduduna təsadüf edir. Müxtəlif süxurda müxtəlif miqdarda sementin olması ilə əlaqədar olaraq ρ/ρ_0 nisbətinin artması qumdaşları üçün təzyiqin 600 atm qiymətində 9-650% hüdudunda artdığı müşahidə olunur. Bu halda təzyiqin artması ilə müqavimətin nisbi qiymətinin və məsaməlilik əmsalının artması gil sisteminin müəyyən qiymətində müşahidə olunur. Belə güman olunur ki, təzyiqin artması sementin tipindən asılı olaraq bir halda müqavimətin artması və məsaməlilik əmsalının məsamələrin strukturunun dəyişməsi ilə, halda (gilli sementli) isə məsaməliliyin azalması ilə əlaqədardır.

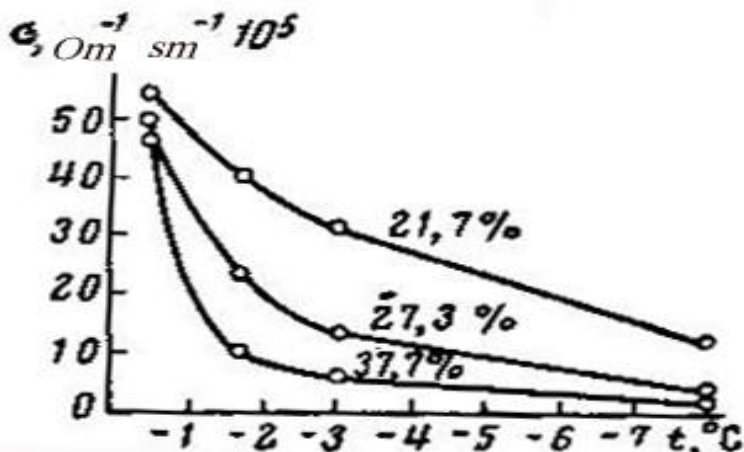
Çökmə komplekslərin böyük miqdarda nəmliklə doymuş süxurlarında müqavimətin artması təzyiqin artması ilə səciyyələnir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, süxurun təbii şəraitdə təyin olunan məsaməlilik kəmiyyəti ilə laboratoriya şəraitində təyin olunan məsaməlilik kəmiyyəti arasında alınan qiymətlər üçün təzyiqlə düzəliş edilməlidir.

Qeyd etmək çox Yerinə düşərdi ki, göstərilən işlərdə ən vacib parametrlər olan temperatur nəzərə alınmalıdır. Temperatur süxurun müqavimətinin tam qiymətini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirəcək, ola bilsin ki, müqavimətin təzyiqdən asılılığını gücləndirsin. Çökmə süxurların müqavimətinin, təzyiqlə və temperaturun eyni zamanda təsiri zamanı dəyişmə asılılığının öyrənilməsi praktiki olaraq çox vacibdir. İkinci istiqamət dərində əmələ gələn maqmatik süxurların böyük təzyiqlə altında öyrənilməsi keçmiş Sovetlər ölkəsində aparılmağa başlamışdır və indi də həmin məkanda aparılması davam edir.

İkinci istiqamət maqmatik süxurların yüksək təzyiqlə və temperaturda elektrik müqavimətinin öyrənilməsidir. Bir tərəfli sıxılma şəraitində $\rho=f(p)$ asılılığının öyrənilməsi nümunənin dağılmasına lazım olan gərginliyin 50% qədər olan təzyiqlə aparılmalıdır. Belə təcrübələrdə nümunələrin üzləri bir-birinə dəqiq

paralel olmalıdır ki, səthlərdə gərginliyin paylanması simmetrik olsun. Həcmi sıxılma şəraitində tədqiqatları aparmaq üçün, böyük təzyiq yaratmaq üçün xüsusi kameralar (cihazlar) düzəldirlər. Alınan nəticələr göstərir ki, böyük sıxlıqlı, az nəmlikli çökmə süxurları və maqmatik süxurlar üçün 1000 kq/sm^2 birtərəfli və hərtərəfli sıxılma zamanı elektrik müqavimətinin azalması müşahidə olunur. Bu azalma bütün süxurlar üçün eyni deyil. Bəzi süxurlar üçün bu 10-20%, bəziləri üçün bir neçə faiz təşkil edir. Bütün süxurlar üçün nəmliyin miqdarının faizindən asılı olaraq azalması mexaniki sıxılma zamanı 10 dan 300 kq/sm^2 gərginliyində baş verir (Şəkil 11). Böyük mexaniki gərginliklərdə elektrik müqavimətinin dəyişməsi çox azdır.

Diabazaltar üçün müxtəlif dəyişməyən temperatur və birtərəfli sıxılma nəticəsində temperatur artdıqca elektrik keçiriciliyinin artması müşahidə olunur (Şəkil 12).



Şəkil 12. Xüsusi müqavimətin nisbi dəyişməsinin ρ/ρ_0 , effektiv təzyiqdən (p) asılı olaraq təcrübi əyrisi. 1- Mədinə Qumdaşları 100% su ilə doymuş; 2-həmin süxur 32% qalıq su ilə doymuş; 2- Torpido qumdaşları 100% su ilə doymuş; 4- həmin süxur 15% qalıq su ilə doymuş; 5- Aliminium oksidindən düzəldilmiş süni 100% su ilə doymuş nümunə.

Lap böyük təzyiqlərdə 40.000 kq/sm^2 hüdudunda elektrik müqavimətində iki müxtəlif tip asılılığı müşahidə olunur. Bunlardan biri üçün elektrik müqavimətinin ardıcıl azalması, nəticəsində əvvəlcə elektrik müqavimətinin azalması sonra böyük təzyiqlərdə artması müşahidə olunur. Üzərində təcrübə aparılan nümunələrin şliflərində aparılan petroqrafik tədqiqatlar göstərir ki, təzyiqin təsirindən mineralların strukturu dəyişir. Mineral dənələrinin qırılıb dağılmasından deformasiya olmasından başqa bəzi mineralların (piroksen) dənələrində ikiləşmə prosesi baş verir və serpentləşmiş dunitlərin kənarları deformasiya olunur. Müəyyən olunub ki, süxurun məsaməliliyindəki təzyiqin su və buxarın 4000 kq/sm^2 təzyiqlə təsir etməyə başladığıda müqavimət kəskin dəyişir. Hələlik böyük təzyiq altında dielektriklərin elektrik keçiriciliyinin həm nəzəri, həm də təcrübə öyrənilməsi kifayət qədər deyil. Yerin dərin qatlarında maddənin halı və fiziki xassələri haqda məlumat almaq üçün geniş məfhumda süxurları əmələ gətirən mineralların keçiriciliyi hərtərəfli öyrənilməlidir. Çox hallarda filiz mineralları yarımkeçiricilərdir, bunların nəzərə çarpacaq miqdarda olması təzyiqdən asılı olaraq elektrik müqavimətinin dəyişməsinə təsir edəcəkdir. Məlumdur ki, yarımkeçiricilərin bəzilərində təzyiqdən asılı olaraq elektrik müqaviməti azalır, bəzilərdə isə artır. Yarımkeçiricilərdə müqavimətin belə dəyişməsi aktivləşmə enerjisinin müxtəlif cür dəyişməsinin xarakterindən və cərəyan yaradan hissəciklərin yürüklüyündən asılıdır. Həmin anomaliyanı dielektriklər üçün də söyləmək olar. Deformasiya bəzi dielektriklərdə aktivləşmə enerjisini artırır, bəzilərdə isə azaldır.

IV Fəsil

SÜXURLARIN FİZİKİ MEXANİKİ XASSƏLƏRİ

Geofizikanın, geokimyanın, geologiya elminin və dağ-mədən işlərinin problemlərini həll etmək üçün süxurların, xüsusilə silikatların laboratoriya şəraitində təcrübi olaraq öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Laboratoriya şəraitində təcrübədən alınan nəticələr çöl şəraitində alınan geofiziki, geoloji, geokimyəvi nəticələri təhlil etdikdə vacib məsələləri həll etməyə imkan verir ki, bunu birbaşa çöl şəraitində almaq mümkün deyil. Bunsuz hansı real süxurun və mineralın müxtəlif laylarda yerləşdiyini, hansı real cismin mantiyada və yerin daha dərin qatlarında hansı vəziyyətdə olduğunu öyrənməyə imkan verir. Laboratoriya tədqiqatları bizim planetin dərin qatlarında hansı proseslərin baş verdiyini dərindən başa düşməyə şərait yaradır.

Hal-hazırda süxurların fiziki və mexaniki xassələrinin mineral tərkibdən təzyiq və temperaturun təsirindən asılı olaraq dəyişməsi Yer elmi sahəsində fundamental və tətbiqi məsələlərin həllində geniş istifadə edilir.

Tədqiqatlar göstərir ki, Yer cismlərinin sistematik öyrənilməsi, çöl şəraitində aparılan tədqiqatlardan alınan nəticələri təhlil etmək üçün çox vacibdir.

Yer fizikası sahəsində həll olunan problemlər yerin dərin qatlarının quruluşu, onun tərkibini, okean və kontinentlərin, Yer qabığının üst mantiyasının inkişafı, həmçinin zəlzələlərin fizikası, onun mexanizmini və əvvəlcədən proqnozlaşdırılması əlamətlərinin öyrənilməsi ən vacibləri hesab olunur. Süxurların və mineralların mexaniki, elektrik maqnit, termik parametrlərin təyini bir sıra başqa nəticələrlə birlikdə göstərilən problemin həlli üçün çox vacibdir. Ona görə də süxur və mineralların kompleks şəkildə müxtəlif termodinamik şəraitdə öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

§2. Yüksək təzyiq və temperaturda süxurların fiziki-mexaniki xassələrinə təsir edən amillər. Süxurların fiziki xassəsi çox amillərdən asılıdır, bunlardan ən vacibi yəqin ki, onun mineral tərkibidir. Süxurları təşkil edən mineralların xassələri bütövlükdə onun (mineralın) xassələrindən asılıdır. Süxurların və mineralların məsaməliliyi və strukturu onların fiziki xüsusiyyətlərini dəyişdirir, ona görə də onlara əlavə amillər kimi baxmaq lazımdır. Süxurların fiziki xassələrinin əsası onun məsamələrini dolduran mayelərdir. Neft-qaz və su ilə məsamələri dolmuş süxurların fiziki xassələri, o cümlədən elastiklik parametrləri müxtəlif olur.

Elastiklik parametrlərinə təsir edən ən mühüm faktorlardan süxurun əmələ gəlməsi tarixi, yaşı, metamorfikləşmə prosesini göstərmək olar. Bu faktorları nəzərə almadan süxurların fiziki xassələrinin bir çox xüsusiyyətlərini başa düşmək çətinlik törədir.

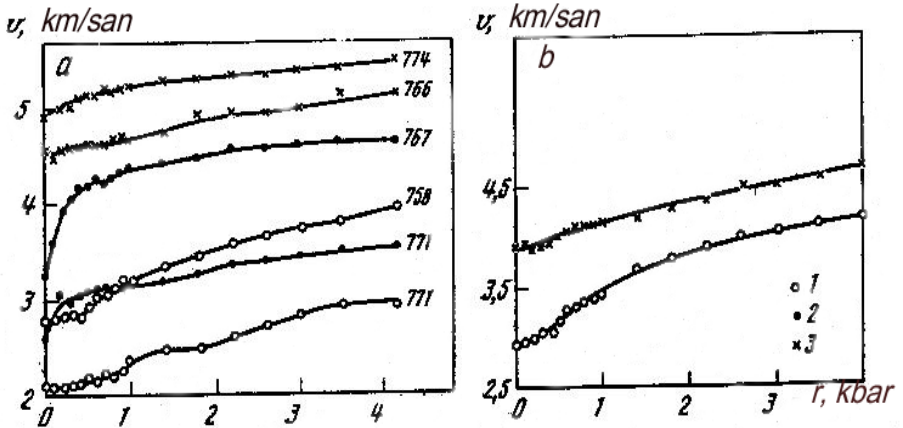
Məlumdur ki, süxurlarda müxtəlif istiqamətlərdə fiziki parametrlərdə müxtəliflik müşahidə olunur. Buna anizotropiya deyilir. Süxurlarda anizotropiya elektrik, maqnit, istilik, mexaniki həcmnin elastiklik parametrlərində müşahidə olunur. Süxurların fiziki xassələrindəki anizotropiyanın öyrənilməsinin vacibliyi göz qabağındadır. Ona görə ki, bu tektonik hadisələri əks etdirməklə süxurların struktur dəyişməsinin göstəricisi kimi baxıla bilər, bunlar yer qabığının bu və ya, digər sahəsində tektonik şəraitlə əlaqədardır.

Real süxurlarda faktorların hər birinin təsirinin ayrılıqda öyrənilməsi çox mürəkkəbdir. Çox hallarda bu faktorlar eyni zamanda təsir edir.

§3. Mineral tərkibin və strukturun təsiri. Süxurlar mineral tərkiblərinə, strukturasına görə iki dəstəyə ayrılırlar. Bunların fiziki xassələrinin müqayisəsi dəstələrin içində və öz aralarında müqayisə olunur.

Çökmə süxurlarda süxur əmələ gətirən minerallar kvars və karbonatlardan ibarətdir. Bunlar yüksək statikliyə malikdir. Bunlarla yanaşı, çox hallarda gilli maddələrdə olur, bunlarda çökmə süxurun elastiklik xüsusiyyətini azaldır. Bu tip süxurlarda məsaməlilik elas-

tiklik xassəsini daha güclü azaldır ki, bu da bu tip süxurların hamısına aiddir. Az məsaməli qum daşları və əhəng daşları tərkibində böyük miqdarda aşqara malik olmadığından, çox hallarda özlərini monomineral kimi aparırlar. Bu süxurların elastiklik parametrləri də yüksək qiymətə malik olur (şəkil 13). Şəkildən görünür ki, belə əhəng daşlarında və qum daşlarında uzununa dalğaların sürəti 4kbar təzyiqdə 6,5 km/sanyə çatır, kvars və karbonatlardakı uzununa dalğaların sürətinin orta qiymətinə yaxınlaşır. Bu halda karbonat sementli qum daşları başqalarına nisbətən



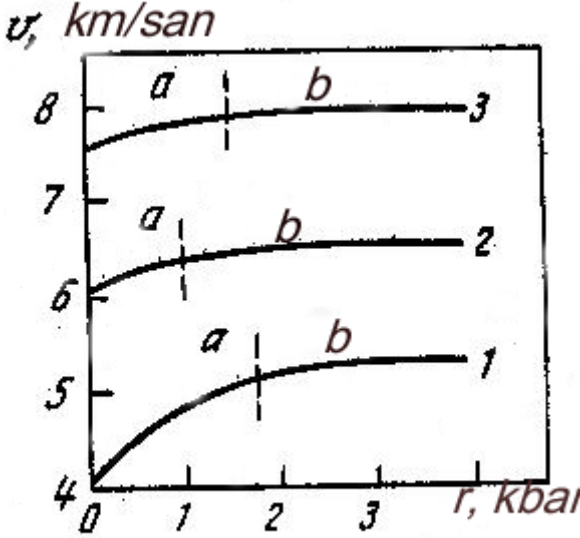
Şəkil 13. Xəzər ətrafı qum daşları nümunələrində uzununa dalğanın sürətinin təzyiqdən asılılığı. (Volaroviç və Balakişibəyliyə görə)

tən daha böyük sürətə malik olur. $V=f(p)$ qrafiki az məsaməli əhəng daşları və qum daşları üçün şəkildə verilmişdir.

Maqmatik və metamorfik süxurları az məsaməliliyə malik olduqları üçün bu süxurlar əsasən mineral tərkiblə səciyyələnir. Artıq çoxdan məlumdur ki, maqmatik süxurlarda elastiki dalğaların sürəti əsasi süxurlarda daha böyük olur (şəkil 14). Şəkildə uzununa dalğaların sürətinin təzyiqdən asılılığı göstərir ki, üç tip intruziv ultraəsasi, əsasi, turş süxurlarda sürət qanunauyğun olaraq müəyyən oblastlarda yerləşir.

Mineral tərkibin elastik dalğaların sürətinə təsirini süxur iki üç komponentdən ibarət olduqda asanlıqla müşayiət edə bilərik.

Süxur əmələ gətirən mineralların təzyiqlik altında elastiklik



Şəkil 14. Uzununa dalğaların sürətinin təzyiqdən asılılığı. 1-qranit 262; 2-qabro-diorit 38; 3-olvinli piroksenit 469.

xüsusiyyətləri haqda məlumat əldə olunduqdan sonra, süxurların elastiklik parametrlərinin hesablanması mümkün oldu. Müxtəlif mineralların orta sıxlığını və uzununa dalğaların sürətini bilərək süxurların uyğun xüsusiyyətlərini hesablamaq olar, əgər süxurun mineral tərkibinin miqdarı məlumdursa, ilk yaxınlaşmada bunu aşağıdakı kimi etmək olar. Tutaq ki, x_i süxurun bu və ya mineral tərkibinin nisbətidir, ρ_i isə onların sıxlığıdır. v_i onlarda uzununa dalğaların sürətidir. Onda süxurun sıxlığını aşağıdakı formula ilə ifadə etmək olar.

$$\rho = \sum \rho_i x_i$$

Sürəti ifadə etmək üçün tutaq ki, i -ci mineral süxurda uzununa dalğaların getdiyi yol onun həcmi ilə mütənəsbdir. L_x burada L nümunənin uzunluğudur, dalğanın keçməsinə sərf olunan zaman L_x .

v_i/V_i . Onda $L/v = \sum x_i / v_i$. Beləliklə, hesablanan sıxlıq və uzununa dalğaların sürəti bəzi süxurlarda təcrübədən alınan qiymətlərlə müqayisə olunmuşdur. Təcrübələr göstərdi ki, hesablanılan sürət və sıxlıq təcrübi qiymətlərdən bir qədər çoxdur. Bunun belə olmasının məsələliklə əlaqədar olması güman olunur. Atmosfer təzyiqində sürətin təcrübədən alınan qiyməti hesablanılandan azdır, yüksək təzyiqlərdə isə əksinə təcrübi qiymət hesablanılandan çoxdur.

Kiçik məsələli süxurlarda sürətin hesablanılan və ölçülən qiymətləri arasında fərq çox azdır, yüksək təzyiqlərdə bu fərq daha kiçik olur. Süxurlarda uzununa dalğaların və parametrlərini hesabladıqda süxurun mineral tərkibi faizlə dəqiq məlum olmalıdır. Ancaq bu da eksperimentdən alınan nəticələri əvəz edə bilməz, çünki hesablamalarda süxurun tərkibindəki mineral dənələrin istiqaməti və dənələr arasındakı əlaqə nəzərə alınmayıb, bu da əhəmiyyətli dərəcədə rol oynaya bilər.

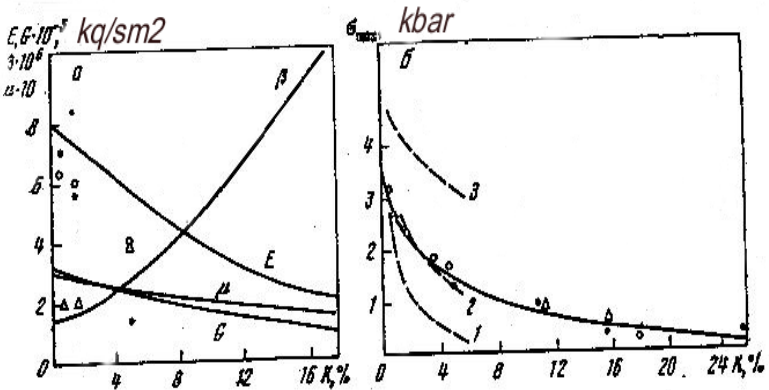
§4. Məsələliliyin təsiri. Əvvəldə göstərilədiyi kimi süxurun fiziki və mexaniki xassələrinə yüksək təzyiq və temperaturada təsir edən faktor mineral tərkibdir. Bununla yanaşı, süxurun elastiki və mexaniki xassələrinə təzyiqinin təsiri nəticəsində dəyişməsi prosesinə təsir edən faktor məsələlilikdir. Buna görə də süxurların bir çox xassələrinin dəyişməsi çox məsələli süxurlarda, az məsələli süxurlara nisbətən daha böyük olur.

Madam ki, mineral tərkib ilk növbədə süxurlarda elastiki dalğaların sürətinin səviyyəsini və mexaniki parametrlərini təyin edərsə, onda məsələlilik və məsələlərin forması təzyiqinin funksiyası olaraq bu xassələrin əyrilərinin xarakterindən asılı olacaq. Süxurların məsələliliyinin formasına baxaraq bu nəticəyə gəlmək olur ki, məsələlərin forması çox müxtəlif olur. Biz əsasən bunun iki növünə baxaq. Həcmi məsələlilik ölçüləri bütün istiqamətlərdə eyni tərkibdə olur və yarıq-yarıq məsələlər yaxud mikroçatlardır, bunların ölçüləri bir istiqamətdə 2-3 tərtib o biri istiqamətdən azdır. Bu təsəvvürlərə əsasən məsələli bərk cismlərin modeli üçün hesablamalar aparılmışdır və göstərilmişdir ki, nəzəri əyrilər $v=f(p)$

süxurun təcrübi əyrilərini çox yaxşı əks etdirir. Bu iki növ məsaməliliyin olması süxurlar üçün $v=f(p)$ tipik qrafiki ilə əlaqədardır (Şəkil 15). Bunlardan birincidə sürət xeyli artır, ikincidə təzyiğin böyük qiymətində sürətin artması yavaş gedir. Birinci hissədə sürətin artımı təzyi q artdıqca süxurda olan dəşiklər və dənələrin təmasları arasındakı mikroçatlar bağlanır və bütöv bir mühit yaradır, bu oblastda sürətin kəskin artmasına səbəb olur, bu da süxurun akustik keçiriciliyinin güclü artmasına səbəb olur.

Çökmə süxurlarda məsaməlilik süxurun elastiklik xassəsinə çox təsir edir. bütün çökmə süxurlarda məsaməlilik çox böyük olur. Süxurun gövdəsi çox hallarda kifayət dərəcədə yumşaq olur. Nəticədə təzyiğin təsirindən məsaməlilik geriyyə dönməz dəyişməyə məruz qalır. Böyük dərinliklərdən götürülmüş eyni tip süxurlarda məsaməlilik az qiymətə malik olur və elastiklik parametrlərin məsaməlilikdən asılılığı eyni olur.

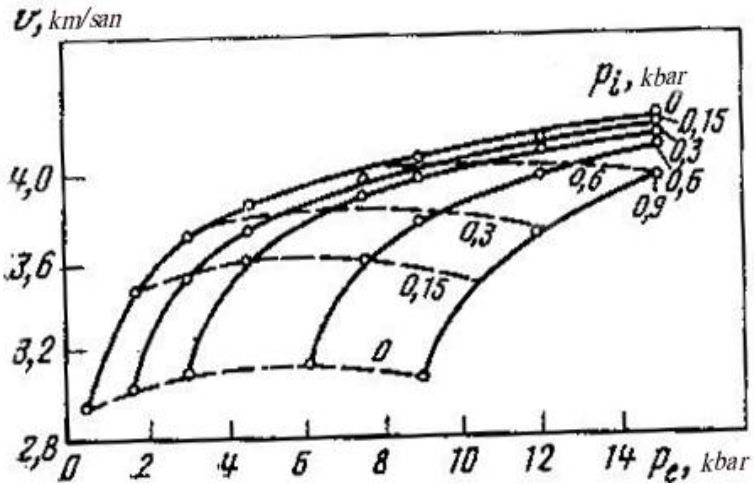
Axırda məsaməliliyin, süxurların elastiklik əmsalına və əksinə davamlılığına baxaq. Bu xüsusiyyətlər təbii olaraq məsaməlilik artdıqca azalmağa başlayır. Az çatlı bərk süxurlarda Yunq modulu üçün ümumiləşmiş qiymətlərin məsaməlilikdən asılılıq diaqramı verilmişdir (Şəkil 15).



Şəkil 15. Bərk süxurlarda məsaməliliyin elastiklik (a) və sıxlıq (b) xarakteristikalarına ümumiləşmiş təsiri.

§5. Süxurların maye ilə doymasının təsiri. Real şəraitdə süxurların məsamələri çox hallarda lay suları ilə dolmuş olur. Bununla əlaqədar olaraq süxurun fiziki xassələrinin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinə öyrəndikdə məsamələri dolduran mayələrin təsirini nəzərə almaq çox vacibdir. Məsaməli mühitin elastiklik xüsusiyyətlərinin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinə öyrənmək üçün bir neçə model işlənib hazırlanmışdır. Bu modellərdən ən əhəmiyyət kəsb edən möhkəm gövdəli məsaməli mühitdir, burada nəzərə alınır ki, doldurucu maye bərk gövdənin divarlarına nisbətən hərəkət edə bilər. Bu halda məsamələri dolduran mühitin vəziyyətinin dinamikasından istifadə edilir. Əgər süxurlarda təzyiqdən asılı olaraq elastiki dalğaların dəyişməsi asılılığını nəzərə alaraq tapmaq istəyiriksə, məsaməliliyin təzyiqdən asılılığını və bəzi xassələrini bilmək lazımdır. Bunları bilmək üçün təcrübələrə müraciət etməli olmalıyıq.

§6. Çökmə süxurlar. Hal-hazırda məsamələri maye ilə dolmuş süxurlarda böyük təzyiq altında elastik dalğaların sürətinin dəyişməsinə öyrənilməsinə böyük maraq əmələ gəlmişdir (Şəkil 17). Şəkildə müxtəlif məhlullarla doymuş qum daşları nümunələrində uzununa dalğaların təzyiqdən asılılıq əyriləri verilmişdir.



Şəkil 16. Gilli-slyudalı sementli qum daşlarında uzununa dalğaların sürətinə xarici p_e , daxili p_i və diferensial $p_e - p_i$ təzyiqlərin təsiri. Qırıq xətlərlə $p_e - p_i$ qiymətləri verilmişdir (Volaroviçə görə).

Quru qum daşlarından düzəlmiş nümunələrdə sürətin təzyiqdən asılı olaraq nisbətən qeyri-bərabər artması müşahidə olunur. Bu çökmə süxurlarda minerallar müxtəlif elastikliyə və yüksək məsaməliliyə malikdir, bu məsamələr müxtəlif tip olurlar: həm mikroçatlardan, həm də həcmi məsamələrdən ibarətdir. Su ilə doymuş kvarts qum daşlarından olan nümunələr sürətin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinin xarakteri ilə fərqlənir. Əvvəlcə 0,2-0,5 kbar təzyiqdə sürət kəskin artır, sonra təzyiqin artmasına baxmayaraq sürətin dəyişməsi səlisləşir. Su ilə doymuş nümunələrdə $v=f(p)$ əyrisi ilə quru nümunələrə nisbətən xeyli hamar görünür. Kerosinlə doymuş nümunələrdə elastik dalğaların sürətinin təzyiqdən asılılıq əyrisi səlis müşayiət olunur və sürətin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsi əvvəlki haldan kiçikdir. Təbii şəraitdə böyük dərinliklərdə süxura hərtərəfli təzyiqdən başqa məsamələri dolduran mayenin daxili təzyiqi təsir edir. Səmərəli təzyiq bu təzyiqlərin fərqi kimi göstərilir.

$$P_{ef.} = P_x - nP_i$$

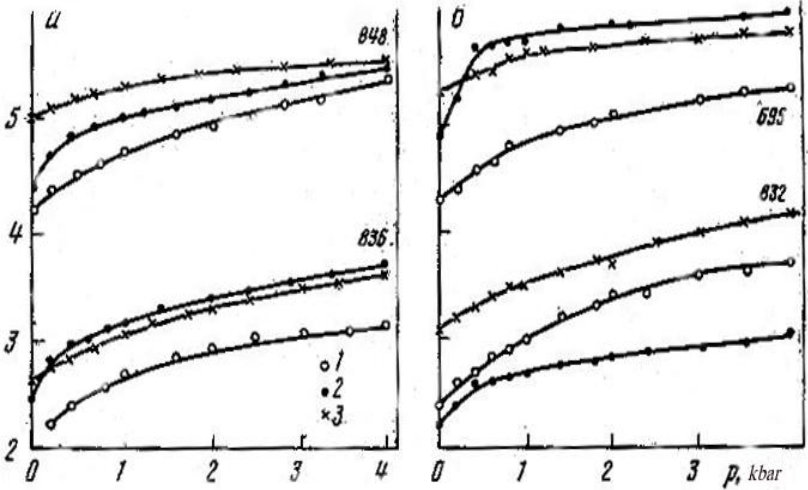
P_x - xarici təzyiq, P_i - daxili təzyiq, n - təzyiqi azaltma əmsalıdır. Bu ölçü vahidi olmayan (adsız) kəmiyyət süxurun gövdəsinin həcmnin hərtərəfli və daxili təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinə göstərir.

Qum daşlarında uzununa dalğaların sürətinin xarici, daxili və diferensial ($n=1$) təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsi 17-ci şəkildə göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, sürətə təsir edən əsas təzyiq diferensial təzyiqdir.

Sabit diferensial təzyiqdə sürətin dəyişməsi daxili təzyiqin azca dəyişməsi ilə müşahidə olunur, onun artması ilə sürətin dəyişməsi azalır. Ancaq böyük dərinliklərdə ayrı-ayrı süxur laylarına maye doldurucuları ilə birlikdə bağlı sistem kimi baxmaq olar. Bununla əlaqədar olaraq xarici təzyiqlə əlaqəsi olmayan süxurun boşluqlarını dolduran mayenin təzyiqinin dəyişməsi ilə sürətin dəyişməsinin

xarakteristik xüsusiyyətini müəyyən etmək çox vacib məsələlərdən biridir. Sürətin böyük qiyməti süxurlar kerosinlə doymuş olduqda müşahidə olunur. Atmosfer şəraitində bu fərq 0,8 km/san bərabərdir, təzyiq artdıqca bu fərq azalır. Böyük məsaməli süxurlarda bu qanuna uyğunluq özünü doğrultmur. Məsələn, Azərbaycandakı alevrolitlərdə məsaməlilik 13% təşkil edir, quru və maye ilə doydurulmuş nümunələrdə sürətlər fərqi bütün təzyiq intervalında eynidir (Şəkil 17a obr 836).

Çökmə süxurlardan düzəlmiş nümunələrdə kerosinlə doydurduqda həmişə uzununa dalğaların sürəti artır. Belə halda sürətin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsi quru nümunələrə nisbətən az olur. Çünki kerosin məsamələrə asanlıqla dolur, boş yer qalmır, kerosin yaxşı isladıcı olduğuna görədir. Bununla yanaşı, karbohidrogenlər polyarizasiya olmadığından nümunənin maddəsi ilə qarşılıqlı təsirdə olmur, neytral qalır. Bərk cism – maye sistemi; bərk cism – qaz sisteminə nisbətən böyük elastikliyə malik olur. Atmosfer təzyiqində suyun kerosinə nisbətən böyük elastikliyə malik olmasına baxmayaraq, su ilə dolmuş nümunələrdə sürətin az olması ilə səciyyəndir. Müşahidə olunub ki, su bütün məsamələrə girə bilmir. Səmərəli məsaməliliyin qiyməti kerosinlə doymuş nümunələrdə su ilə doymuşa nisbətən böyük olur. Təzyiqin artması ilə məsamələrin hamısı su ilə tam dolur. Bu andan sonra sürət su ilə doymuş nümunələrdə kerosinlə doymuş nümunələrə nisbətən çox olmağa başlayır



Şəkil 17. Azərbaycan ərazisindən götürülən nümunələrdə uzununa dalğaların sürətinin təzyiqdən asıllığı. A-alevrolit 836, əhəng daşı 848, b-əhəng daşı 695 və gil 832.

Bu ancaq məsamələrin strukturun və xarakterindən asılı olacaq. Çünki kerosin yaxşı isladıcı olduğuna görə çox kiçik kapillyarlara girmə qabiliyyətinə malikdir və buna görə də nümunədə ümumi həcmnin doyma dərəcəsi kerosin üçün daha çoxdur, nəinki su üçün. Şəkildən görünür ki, $v=f(p)$ əyrisi bütün təzyiqlərdə kerosinlə dolmuş nümunələrdə su ilə dolmuş nümunələrə nisbətən yuxarıdır.

Çox hallarda su nümunənin maddəsi ilə qarşılıqlı təsirdə olur. Gili yaxud gilli qum daşlarını su ilə doydurduqda nümunə yumşalır, şişir. Bəzi hallarda isə tam dağılır. Belə olan halda süxurun elastiklik xassəsi azalır və uzununa dalğaların sürəti su ilə doymuş nümunələrdə quru nümunələrə nisbətən azalır. Bu da süxurlarda davamlılığın azalması təsəvvürünə uyğundur. Təzyiqin artması ilə davamlılıq daha sürətlə azalır. Çünki su bütün məsamələrin hamısına daxil ola bilər.

Beləliklə, deyə bilərik ki, süxurun maddəsi ilə qarşılıqlı təsirdə olmayan maye ilə doyduqda uzununa dalğaların sürəti bunlarda artır.

Artma dərəcəsi doyuran məhlulun xassələrindən və məsamələrin strukturundan asılıdır.

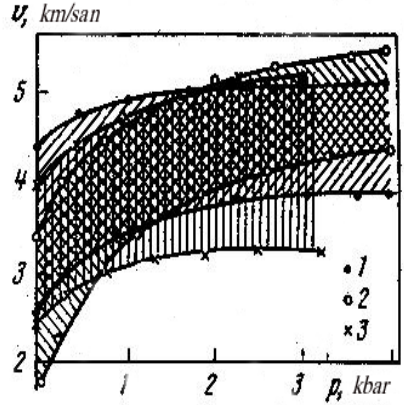
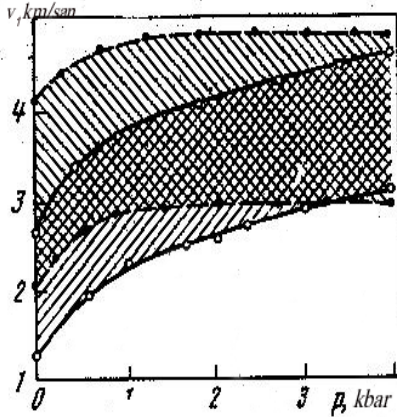
Belə fikir söyləyirlər ki, kristallik süxurlarda məsamələr maye ilə dolduqda sürətin dəyişməsinə az təsir edir. Bundan başqa belə zənn edirdilər ki, maqmatik süxurlar maye ilə doyuzdurulduqda elastiki dalğanın sürəti təzyiq artdıqca dəyişməz qalır. Təbiətdə süxurlar adətən bu və ya digər dərəcədə mayelərlə, mineral sularla, neftlə, qazla doymuş olur. Hətta sərbəst su Maxaroviçiç sərhədinə qədər süxurun tərkibində olur. Təzyiqin artması ilə suyun özüllüyü dəyişmir. Yağ-karbohidrogenlər, neft süxurun məsaməliliyindən böyük keçicilik xüsusiyyətinə malikdir, yəni nüfuzluğu böyükdür. Özüllük təzyiqdən asılı olaraq dəyişmir $\eta = \eta_0 e^{kp}$ $\eta - p$ təzyiqindəki özüllükdür. η_0 – atmosfer şəraitində özüllükdür, k isə əmsaldır. Su ilə doymuş maqmatik süxurlarda uzununa dalğaların sürəti quru nümunələrdəki sürətindən çoxdur. Yüksək təzyiqlərdə $v = f(p)$ ayrısı quru və su ilə doymuş süxurlarda bir-birinə yaxınlaşır, bu süxurun məsaməliliyindən asılıdır.

Yarığa bənzər çatlar olmayan süxurlarda məhlulla doymanın təsiri uzununa dalğaların sürətinə az təsir edir. Yazılanların xülasəsindən demək olar ki, maye ilə doyurulmuş çökmə süxurlarda quru süxurlara nisbətən elastiki dalğaların sürəti süxurun rejimində olan kiçik təzyiqdə xarici hidrostatik təzyiqinin artması ilə artır. Hətta az məsaməli maqmatik süxurların boşluğunda olan maye sürətin dəyişməsinə nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir edəcəkdir. Bu Yer in səthinə yaxın olan süxurlarda daha parlaq özünü göstərir. Təzyiqin artması ilə sürətin artması maqmatik süxurlarda daxili təzyiqin xarici təzyiqdən az olması şərti ödəndikdə baş verir.

§7. Süxurun yaşının təsiri. Süxurun yaşına başqa faktorlardan ayrılıqda baxmaq ehtimalı daha mürəkkəb hesab olunur. Eyni yaş qrupuna mənsub olan eyni tərkibli süxurlar eyni xassəyə malik deyillər. Buna görə də eyni cinsli strukturlarda süxurun əmələ gəlmə tarixini və yerləşdiyi yeri nəzərə almaq lazımdır. Süxurun yaşının dəyişməsi ilə məsaməlilik artır, yaxud azalır, həmçinin çatlıq, bəzən

də süxuru təşkil edən mineralın tərkibcə miqdarı dəyişir. Qədim süxurlarda metamorfikləşmə əlamətləri əmələ gəlir. Bütün bunların hamısı dolayıda olsa süxurun fiziki xassələrinə təsir edir. Deyilənlərə baxmayaraq müxtəlif yaşlı çökmə süxurları uzununa dalğaların dəyişməsinin qanunauyğunluğunu müqayisə etmək əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə təcrübə üçün materiallar 3-4 kbar təzyiqdə Azərbaycanndan götürülmüş çökmə süxurlarda aparılmışdır.

Nümunələr neogen və alt təbaşir çökmə süxurlarıdır. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, süxurların fiziki parametrləri süxurun yaşı artdıqca artır. 4 kbar təzyiqində sürətin qiyməti ilə yaşı arasında olan fərq aydın görünür (Şək.18,19). Böyük təziqlərdə sürətin qiyməti Azərbaycan və Karpatyanı ərazidən götürülən süxurlarda eynidir, ancaq aşağı təziqlərdə sürətin qiyməti Azərbaycandan olan süxurlardan kiçikdir. Bunu sıxlıq üçündə demək olar. Bunu Azərbaycan süxurlarının Karpatyanı süxurlardan cavan olması ilə izah etmək olar.



Şəkil 18. Üçüncü dövr qum daşlarında uzununa dalğaların sürətinin təzyiqdən asılı olaraq yerləşdiyi oblast; bütöv xətlə Azərbaycanndan götürülmüş qum daşları, qırıq xətlə isə Pribaltikadan götürmüş nümunələr). Şəkil 19. Təbaşir dövr üçün qum daşlarında uzununa dalğaların sürətinin təzyiqdən asılı olaraq dəyişməsinin yerləşdiyi oblast. 1-Karpatyanı; 2-Azərbaycandan götürülmüş Azərbaycan; 3-Kırım (Volaroviçə görə).

§8. Metamorfikləşmə prosesinin təsiri. Süxurların metamorfizmi onun mineral tərkibinin (bəzən kimyəvi) və onun strukturunun dəyişməsi ilə özünü büruzə verir. Bu dəyişmə mineralların yenidən kristallaşması və diferensiasiyası zamanı baş verir. Yenidən kristallaşma metamorfizmin ən vacib prosesidir, bu süxurun köhnə mineral tərkibinin və strukturunun dəyişməsi bunun əvəzinə yeni mineralın və strukturun əmələ gəlməsi ilə özünü göstərir. Bəzi hallarda ola bilsin ki, təkcə mineral tərkib dəyişir, struktur əvvəlki kimi qalır, yaxud da əksinə. Bu dəyişikliyə uyğun olaraq süxurun fiziki xassələri də dəyişir. Metamorfikləşmə prosesi xarici şəraitlə təyin olunur: təzyiqlik, temperatura (hərtərəfli və istiqamətli) maye və qazların kimyəvi təsiri ilə. Fiziki-kimyəvi amillərin üstünlüyündən asılı olaraq müxtəlif növ metamorfizm ayrılır.

Kataklastik metamorfizmə baxaq. Bu birtərəfli təzyiqliyin təsirindən süxurlar qırılıb dağılır, yaxud süxur və minerallarda başqa cür parçalanma deformasiyasına məruz qalır. Nəticədə struktur dəyişir, süxur daha boş olur. Belə halda süxurun məsaməliliyi və mikroçatları artır. Bununla əlaqədar olaraq süxurun elastikliyi və davamlılığı xarakteristikaları aşağı düşür. Təmas metasomatik metamorfizm nəticəsində olivin tərkib hissələrinə parçalanır, bu müxtəlif miqdarlı sulu silikat maqni və dəmirin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Temperaturun 500°C-dən aşağı düşməsi ilə dəmirli-maqnezial silikatın hesabına serpentinit əmələ gəlir. Bəzi hallarda olivin süxurlarının bir qismi serpentləşir: dunitə, peridotitlərə çevrilir. Ultraəsasi süxurlarda az miqdarda serpentinitin olması süxurun elastiki parametrlərini və sıxlığını azaldır. Aydın ki, olivin elastikliyi serpentinitkindən nəzərə çarpacaq dərəcədə çoxdur.

Süxurların metamorfikləşməsi prosesinin onun elastiklik xassələrinə təsirinə baxdıqda gördük ki, bu süxurun mineral tərkibinin və strukturunun dəyişməsi ilə əlaqədardır. Bu halda süxurun strukturunun yumşalması kəskin dağıdıcı prosesin baş

verməsi nəticəsində süxurun elastiklik parametrlərinin azalması baş verir. Süxurun mineral tərkibinin dəyişməsi fiziki xassələrə müxtəlif cür təsirlər edə bilər. Əvvəldə deyildiyi kimi olivinin serpentləşməsi süxurun sıxlığının və elastik dalğaların sürətinin azalmasına səbəb olur. Piroksenitlərin və piroksenitli süxurların amfibollaşması onun xassələrini dəyişdirmir, çünki piroksenitin və amfibolun elastiki parametrləri yaxındır. Ancaq çox hallarda metamorfizm nəticəsində süxurlarda yüksək elastikliyə malik olan amfibol, epidot, xlorit və digər minerallar əmələ gəlir ki, bu mineralların hesabına metamorfik süxurlarda sıxlıq və elastiklik artır.

§9. Elastik dalğaların anizotropiyası. Süxurlarda elastiki dalğaların anizotropiyası dedikdə müxtəlif istiqamətlər elastiki dalğaların sürətinin qiymətinin müxtəlif olması ilə ifadə olunur. Sürətin ölçülmə istiqamətini ya süxurun yatım istiqaməti ilə, yaxud da mineralların müəyyən istiqamətdə istiqamətləndiyi ilə əlaqələndirirlər.

Tədqiqatlar zamanı nümunələr həm süxurun yatım istiqamətində, həm də uzanma yaxud da ona perpendikulyar istiqamətdə hazırlanır. Hesablamalar göstərdi ki, laylı mühit izotropluğu, layın yatım istiqamətində sürət ona perpendikulyar istiqamətə nisbətən böyük olur. Onda anizotropiya sabiti aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\frac{(v_2-v_1)}{v_1}=A_{21} \quad \frac{(v_2-v_3)}{v_3}=A_{23}$$

$$\frac{(v_1-v_3)}{v_3}=A_{13}$$

göstərilən sürətlər arasındakı nisbətlərin seçilməsində anizotropiya əmsalı müsbət olmalıdır. Çökmə süxurlar üçün sürət anizotropiyalı təzyiq artdıqca azalır. Atmosfer təzyiqində sürətin anizotropiya əmsalının çöl şəraitində və nümunələrdə müxtəlifliyi massivdə süxurun gərgin vəziyyətdə olduğunun sübutudur. Bunu böyük təzyiq altında A_{13} əmsalının nümunədə və təbii şəraitində A_{13} əmsalı ilə eyni olduğunu göstərir.

Maqmatik və metamorfik süxurlarda sürətin anizotropiyası süxurun tərkibində mineralların yerləşdiyi istiqamətdən və

minerallararası məsamələrin istiqaməti ilə əlaqədardır. Bu halda sürətin anizotropiyası dolayı da olsa süxurun təzyiq altında gərgin vəziyyətdə olmasından, və minerlın istiqamətli yerləşməsi deformasiyanın gərginliyindən asılıdır, bu süxur əmələ gəldiyi dövrdə və sonrakı dövrlərdə mövcud olan gərginliklə əlaqədardır. Bütün minerallarda elastiki dalğaların sürətinin qiyməti müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlifdir. Minerallarda sürətin anizotropiya əmsalı atmosfer təzyiqindən 0,5-1 kbar artdıqda kəskin dəyişir və təzyiqin sonrakı artımında demək olar ki, sabit qalır, 20 kbar təzyiqdə isə bu qiymət 10% çox olur.

Çoxlu peridotitlərdə və dunitlərdə sürətin anizotropiyası olivinin qələvi süxurlarda istiqamətli üstünlüyə malik olmasına görədir, süxurlarda nefelinin istiqamətli yerləşməsi təzyiq altında uzununa dalğaların anizotropiyası 30%-dən çox olur. Metamorfik süxurlar – qneys və kristallik şistlər adətən, yaxşı görünən xəttinə uyğun şistləşməyə malik olur. Bundan başqa nümunələrin çoxunda şistləşmə müstəvi tiplidir, yəni bunlar müstəvi xətti xarakterə malikdir.

Deformasiya olunan süxurlarda sürətin anizotropiyasının istiqamətli mikrostruktura ilə əlaqəsinin olması süxurun geoloji inkişafı və onun tektonik tarixi ilə əlaqədar olduğu ehtimal olunur. Tektonik baxımından sakit ərazilərdən götürülmüş nümunələrdə sürətin təzyiqdən asılı olaraq anizotropiyasının anomal dəyişməsi nadir hallarda müşahidə olunur.

Kristallik şistlərdən düzəldilmiş nümunələrdə elastik dalğaların sürətinin anizotropiyası 300°C temperaturu 4 kbar təzyiqə qədər öyrəndikdə müəyyən edilmişdir ki, bu qiymətlərə qədər təzyiq və temperaturun dəyişməsi sürətin anizotropiya əmsalını dəyişdirmir.

Təcrübi olaraq metamorfik süxurlarda sürətin anizotropiyasının müəyyən edilməsi faktını, Yer qabığında və üst mantiyanın sərhədində laylarında sürətin qiymətlərindəki fərqlə izah etmək olar.

§10. Süxurlarda elastik dalğaların sürətinin deformasiyasının və möhkəmliyinin kompleks öyrənilməsi.

Təbiətdə bəzi katastrofik hadisələr mövcuddur ki, insanlar yaşayan ərazidə çoxlu insan tələfatına səbəb olur. Xüsusilə, o hadisə dəhşətlidir ki, hələlik proqnozlaşdırmaq mümkün olmayıb. Buna dağıdıcı qüvvəyə malik olan zəlzələni, dağ uçqunlarını, eyni zamanda dərin şaxtalarda böyük miqdarda süxurların şaxtanın boş hissəsinə atılmasını misal gətirmək olar. Bütün bu hadisələr massivin bəzi hissələrində gərgin vəziyyətin yaranması ilə əlaqədardır. Bu sahələr böyük və kiçik ola bilər, bunların ölçüləri müxtəlif səbəblərdən məhdudlaşa bilər. Ərazinin sahəsi bəzi hissələrdə gərginliyin qiymətinin böyük və kiçikliyi ilə təyin olunur. Tektonik gərginliyin təsirindən iş yerlərində şaxtanın divarları müəyyən çatlar sistemə çevrilir, belə olan halda əgər massiv müxtəlif tərkibli bloklardan ibarətdirsə, onda eyni gərginlik bu bloklardan biri üçün katastrofik ola bilər, onda şaxtada uçulub dağılma baş verə bilər.

Hal-hazırda bizim planetimiz Yer demək olar ki, qeyri-bərabər gərginlik vəziyyətindədir. Yer qabığında və üst mantiyada müasir sahənin gərginliyi qlobal və kvazidəyişməz xarakterə malikdir. Bu sahənin gərginliyi məkanın hər nöqtəsində iki hissədən regional və lokal gərginlikdən ibarətdir. Yer qabığının üst bərk hissəsində üfüqi gərginliyin qiyməti bunun üstündə yatan süxurların yaratdığı ağırlıqdan bir neçə dəfə çoxdur (1 km dərinlikdə 1,5 kbara qədər olur). Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, zəlzələlərin Yerin elastiki gərginliyi sahəsində baş verməsində üstünlüyü üfüqi gərginliyin hesabına sıxılmalar yaradır. Lokal gərginliklər isə regional gərginliyə əlavə olunur, görünür ki, bunun dəyişməsi katastrofik hadisələrin baş verməsinə gətirib çıxarır. Süxur massivlərinin qırılıb dağılmasını öncədən təyin etmək üçün süxurların qırılıb dağılma mexanizmini yaxşı bilmək lazımdır (mürəkkəb qeyri bircinsli kristallik bərk cismləri). Vaxta görə gərginliyin dəyişməsi nəticəsində bərk cismlərin fiziki xassələri necə dəyişir? Məsələn, uzun müddətli zəlzələləri öncədən aşkar etmək üçün bu zəlzələlərin təkrar olunma qrafikinə qurulması çox vacibdir. Dəqiq olaraq müəyyən edilib ki, Yer qabığının daxilində qırılıb dağılmalar o yerdə baş verir ki, orada

gərginliyin paylanması hidrostatik gərginlikdən fərqlidir. Aparılan müşahidələr göstərir ki, kifayət qədər güclü zəlzələdən qabaq öyrənilən geofiziki parametrlər anomal olaraq dəyişir, ancaq ərazidə zəlzələ gözlənilmirsə, onda bu öyrənilən geofiziki parametrlər də dəyişməz olur.

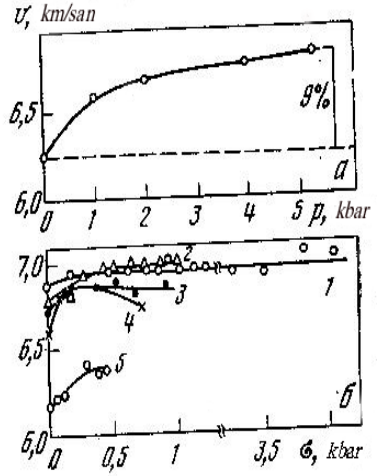
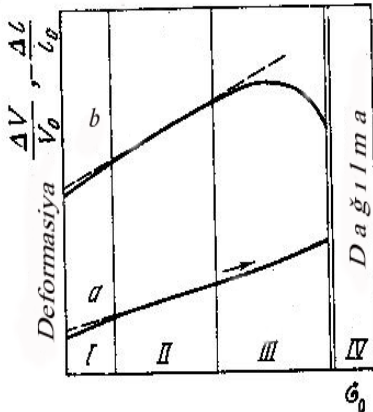
Tədqiqatçılar zəlzələ baş verə biləcək ərazidə zəlzələ mərkəzində uzununa dalğaların sürətinin dəyişməsini müşahidə etməyə çalışmışlar, güman ediblər ki, massivin qırılıb dağılmasına az qalmış massivin gərginliyi fəal dəyişməyə başlayır. Bu məqsədlə yüksək seysmikliyə malik olan ərazilərdə vaxtaşırı əvvəldən seçilmiş profil üzrə bircinsli sualtı partlayış yaradırlar. Bundan müxtəlif aylar, illər üçün alınan seysmoqrammaları müqayisə edərək eyni bir ərazi üçün Yer qabığında elastiki dalğanın yayılma məsafəsini təyin edirlər.

Yer qabığında və üst mantiyada zəlzələdən əvvəl eyni bir yerdə (məsafədə) zamanın dəyişmə tendensiyası qeyd olunur.

Seysmikliyi çox olan ərazilərin müxtəlif hissələrində uzununa və eninə dalğaların nisbətini öyrənirlər. Bu nisbətin vaxtdan asılı olaraq dəyişdiyi aşkar edilib. Zəlzələ təkanı olacaq yerdə bu nisbətini yəni v_p/v_s 1,62 qiymətinə qədər azaldığı zəlzələdən sonra isə 1,71 səviyyəsinə (ümumi) qədər artdığı müəyyən edilmişdir.

Zəlzələnin əvvəlcədən proqnozlaşdırma nişanələrini axtarmaq üçün bu prosesin baş vermə mexanizmini və zəlzələ baş verəcək massivdə süxurların fiziki xassələrinin necə dəyişdiyini yaxşı bilmək lazımdır.

§11. Süxurların deformasiyası zaman elastik dalğaların sürəti. İndi biz süxurun deformasiyası zamanı elastiki dalğanın necə dəyişməsinə baxaq. Nəticələrin sadə təhlili üçün deformasiya prosesini sxematik olaraq dörd mərhələyə bölmək lazımdır. 1-ci mərhələdə (şəkil 20) makroçatlar bağlanır (çatlar bağlanır). 2-ci mərhələdə



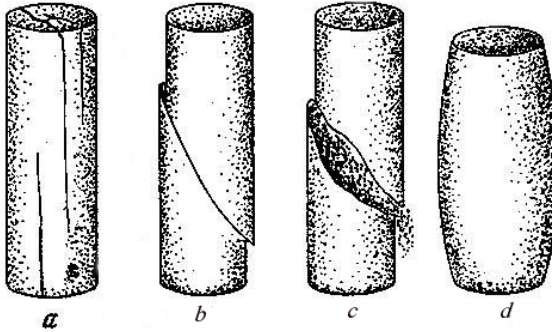
Şəkil.20.Süxurlardan hazırlanmış nümunələrdə deformasiyanın müxtəlif mərhələləri a-xətti deformasiyanın; b-həcmi deformasiyanın gərginlikdən asıllığı.

çatların bağlanması və yeni çatların əmələ gəlməsi baş verir, yəni tarazlıq yaranır. 3-cü mərhələdə çatların sayı üstünlük təşkil edir və elastik deformasiyasından kənara çıxır. 4-cü mərhələdə sel kimi çatlar əmələ gəlməyə başlayır, magistral yol əmələ gəlir və dağılma baş verir. Yəqin ki, bu mərhələlərin hamısı ölçülən elastik dalğaların sürətində öz əksini tapacaqdır.

Birtərəfli sıxılma zamanı nümunələrdə üfüqi çatlar bağlanmağa başlayır, lakin şaquli istiqamətdə çatlar əmələ gəlməyə başlayır, yəni təsir edən qüvvəyə paralel olaraq çatların sayı artmağa başlayır, bir-birindən qopub aralanma baş verir. Bundan da uzununa elastiki dalğaların sürətinin dəyişməsi yaxud da dağılma prosesinin başlanması nümunənin eninə istiqamətdə uzununa istiqamətdən daha çox olmalıdır.

Təcrübi olaraq nümunənin deformasiyası zamanı müxtəlif tip pozulub dağılmalar aşkar olunub. Ona görə də nümunənin bu və ya tip dağılma ərafəsinə yaxınlaşması zamanı elastiki dalğanın sürətinin dəyişməsinə müzakirə etmək istəyiriksə, onda bu dağılma hallarını

sistemləşdirmək lazımdır. Təcrübi olaraq nümunələrdə müşahidə olunan dağılmaları dörd yerə ayırmaq olar. Birinciyə çatlarla nümunənin hissəcikləri tətbiq olunan qüvvənin istiqamətinə paralel olaraq çatlarla qopurlar (şəkil 21a). İkinci tip dağılmada nümunə iri çat boyunca iki hissəyə parçalanır, bu nümunə də müəyyən bucaq altında yerləşir, bu bucağın qiyməti yan tərəfdən təsir edən təzyiç dəyişməsilə nümunədən nümunəyə dəyişir (şəkil 21b). Üçüncü tip dağılmada

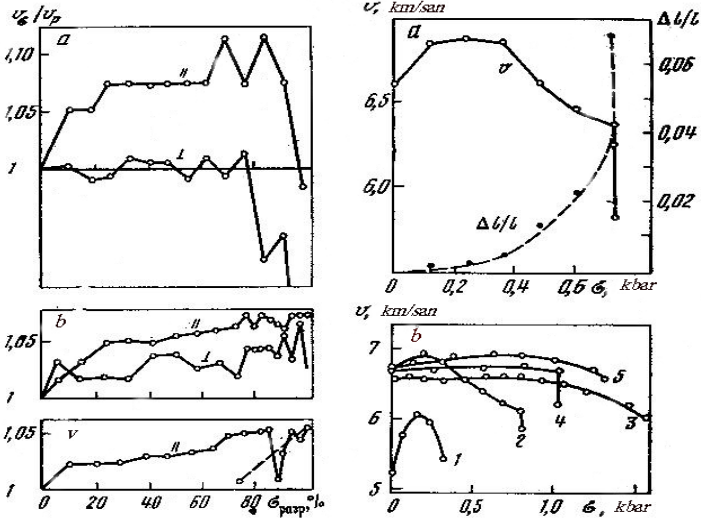


Şəkil 21. Suxur nümunələrində müxtəlif tip qırılıb dağılmaların sxematik göstərməsi.

mütləq əzilib qırılma zonası olur (şəkil 22c), bu halda əsas çat çox mürəkkəb səthə malik olur. Nəhayət, dördüncü tip dağılmada nümunənin bütövlüyü pozulmur, nümunə plastiki olaraq deformasiya olunur (şəkil 21d).

Dağılma prosesinin başlanmasına hazırlıqda dağılma zonasında çox aydın olaraq uzununa elastik dalğanın sürətinin azalması müşahidə olunur, bu proses sıçrayışla yox, yavaş-yavaş getməyə başlayır, bu kiçik çatların əmələ gəlməsi ilə baş verir, elə bil nümunəni əziblər. İndi də elastiki dalğaların sürətinin qeyri elastiki deformasiyalarda dəyişməsinə baxaq. Plastik deformasiya əhəmiyyətli dərəcədə yalnız mərmərdən hazırlanmış nümunələrdə baş verir (şəkil 22a). Atmosfer təzyiqində mərmərdən düzəlmiş

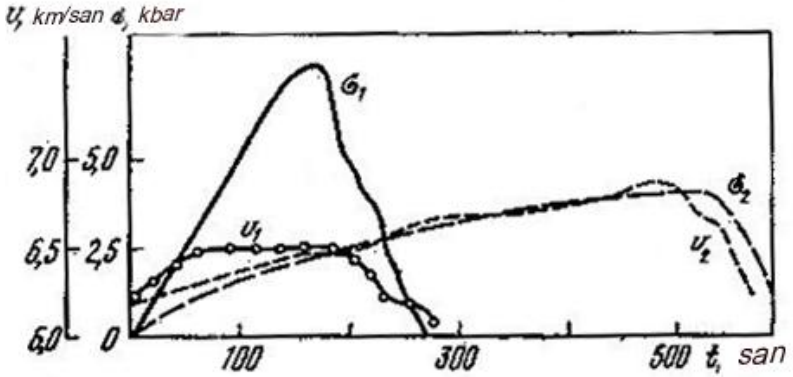
nümunələr kövrək dağılır və deformasiya zamanı uzununa dalğaların sürətində kəskin dəyişmə müşahidə olunur və şəkil 22b-də çox aydın görünür. Həmin şəkildə hərtərəfli hidrostatik təzyiğin təsiri ilə mərmər nümunələrdə elastiki uzununa dalğaların sürətinin dəyişməsi də göstərilmişdir. Şəkil 22c-dən görünür ki, hidrostatik təzyiq artdıqca sürətin qiyməti plastik deformasiya zamanı artmağa başlayır.



Şəkil 22. Nümunələrin deformasiyası zamanı uzununa dalğaların sürətinin nisbi dəyişməsi (Volaroviçə görə).

§12. Süxurların dağılmasından qabaq kompleks fiziki parametrlərin dəyişməsi. Süxurların müxtəlif fiziki xüsusiyyətlərinin dağılma ərafəsi zamanı öyrənilməsi, dağılma mexanizmini öyrənmək üçün dolaylı üsuldur. Bu təcrübələr imkan verir ki, dəyişən fiziki kəmiyyətlərdən hansı təzyiğin təsiri zamanı nümunənin dağılma prosesini əvvəlcədən müəyyən etməyə imkan verə bilər. İndi biz kompleks kəmiyyətlərin təzyiğin təsirindən özünü necə aparmasına baxaq. Eyni zamanda çox maraqlıdır ki, nümunənin dağılma prosesindən əvvəl ölçülən fiziki kəmiyyətlər özlərini anomal aparırlar. Nümunələrin tədqiqi onların həmin dərinlikdə yerləşdiyi şəraitə yaxın təzyiq altında aparılmışdır.

Nümunəni sıxan qüvvənin sürətinin azalması ilə süxurun fiziki xüsusiyyətlərinin dəyişməsinə baxaq. Uzununa dalğaların maksimum qiyməti v_1 nümunəni sıxmaq üçün yaradılan qüvvələr arasındakı vaxt artdıqca artmağa başlayır. Bunu qüvvənin artırılma vaxtının artması ehtimal olunur və süxurda olan kiçik çatlar bağlanmağa imkan tapır. Bu 23-ci şəkildə əyani surətdə görünür.



Şəkil 23. 1,45 kbar, hərtərəfli təzyiq altında qabro nümunələrində gərginliyin və uzununa dalğaların sürətinin zamandan asılı dəyişməsi.

Buradan görünür ki, süxurun dağılmasından qabaq fiziki parametrlərin dəyişməsi sıxan qüvvənin artma sürəti ilə düz mütənasıbdır. Təbii olaraq üç fiziki kəmiyyəti süxurun dağılmağa başlamamışdan qabaq özünü aparmasına üstünlük vermək olar: elektrik, deformasiya və uzununa dalğaların sürətinin dəyişməsi: süxurun deformasiyası onun elektrik müqavimətindən daha stabil kəmiyyətdir. Elektrik müqaviməti kənar təsirlərdən daha çox dəyişməyə məruz qala bilər, bunun dağılma ilə əlaqəsi olmaya da bilər. Burada seysmoakustik impulsun paylanma şəkli bu təcrübədə keyfiyyətə baxılır, elastiki təkanların intensivliyinin kəskin artması nümunənin bütövlüyünün pozulmasının (dağılmanın yaxınlaşması) yaxınlaşması əlamətidir. Dağılmadan qabaq şaquli birtərəfli sıxan qüvvə elə bil ki, dəyişməz qalır (bu güclü miqdarda çatların əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır, bu proses magistral qatın əmələ gəlməsi prosesinə qədər davam edir.

§13. Çöl geofiziki müşahidələrinin təhlilində laboratoriyada alınan nəticələrin istifadə olunması. Süxurların fiziki xassələrinin öyrənilməsi əvvəldə deyildiyi kimi XIX əsrdən başlamış və XX-ci əsrdə davam etmişdir. Bu ona görə aparılırdı ki, geoloji, geofiziki, geokimyəvi sahələrin müşahidəsindən alınan nəticələri təhlil etmək üçün tərəfdən Yer qabığının müxtəlif dərinliyində hansı süxur və mineralların yerləşdiyini öyrənməkdən ötrü XX əsrin əvvəllərində geoloqlar belə bir nəticəyə gəldilər ki, Yer qabığının 15 km dərinliyinə qədər məsafədə yerləşən süxurların 95% -i maqmatik süxurlardan ibarətdir. Bu halda 1000 müxtəlif mineraldan süxur əmələ gətirən minerallar çəkisinə görə bütün maqmatik süxurların 99% -ni təşkil edən minerallar onundan azını aid etmək olar: kvars, çöl şpatı, piroksen, amfibol, mika, olivinlər, nefelin. Bu dəlilləri Yer qabığının quruluşu və tərkibini geofiziki üsulla öyrəndikdə nəzərə almaq vacibdir. Beləliklə, Yer kürəsinin üst qatlarının qeyri bircinsli olduğu və Yer qabığının dərin hissəsinin və üst mantiyanın bloklardan ibarət olduğu müəyyən edilmişdir. Aşkar edildi ki, okean qabığı kontinental qabığa nisbətən xeyli azdır, okean qabığında qranat qatı olmadığı müəyyən edilmişdir. Bundan başqa aydınlaşdırıldı ki, quru hissələrində məsələn, Xəzər düzənliyində çökmə süxurların qalınlığı çox böyükdür və kristallik özülün sərhədi 15 km dərinlikdədir. Məlumdur ki, qalxımlarda çökmə qat tam yoxdur.

Axır vaxtlar Yer qabığının müxtəlif ərazilərində və üst mantiyada aşağı sürətə malik olan qat aşkar olunub. Bunu süxurlara temperaturun təsiri əyrisi ilə $v=f(p)$ izah edə bilərik. Seysmik fəal ərazilərdə zəlzələnin hazırlanması prosesi zamanı gərginlik müəyyən paylanmaya malik olur, bu hidrostatik təzyiqdən fərqlənir. Belə fərz etmək olar ki, bu ərazilərdə süxur massivləri uzun müddət qeyri-bərabər təsir edən gərginlik sahəsində olur. Gərginliyin necə dəyişdiyini haqda hər hansı fikir söyləmək çox çətindir, bu gərginlik sabitdirmi, yaxud hər hansı qanunla artır ya yox, bunun haqda nəse demək çətindir. Buna baxmayaraq Yerin səthində müasir

hərəkətlərinin dəyişməsinin sürətinin ölçülməsinə əsaslanaraq belə fikir söyləmək olur ki, gələcəkdə dağılmaya məruz qalacaq yerdə yavaş da olsa zaman keçdikcə bu yerdəyişmə artır, bu Yer qabığının qeyri müvazinətli vəziyyətidir, yəni qeyri-bərabər qüvvələrin təsir sahəsidir. İki fərziyyəyə baxaq. Zəlzələ zamanı hansı gərginlik götürülür. İlk növbədə hər hansı dərinlikdə hidrostatik təzyiq altında müəyyən zaman ərzində süxurun davamlılığından böyük olan gərginlik yaranmağa başlayır və bir sıra təkanlar nəticəsində artıq olan gərginlik çıxır. Demək olar ki, belə hal ümumiyyətlə götürsək az ehtimal olunur, çünki belə olan halda gərginlik ayrıldıqdan sonra tarazlıq halı yaranmalı idi, yəni sistem müvazinətlənməli idi və əks təqdirdə ərazi seysmik fəal olmazdı.

İkinci halda seysmik fəal ərazilərdə süxur massivləri həmişə qeyri-bərabər gərginlik altındadır. Massivlərin geoloji quruluşu qeyri-bircinsli olduğundan ayrı-ayrı bloklar kritik vəziyyətə düşürlər və parçalanma baş verir, bu anda yalnız bu gərginliyin artıq hissəsi ayrılır. Baxaq görək bu iki halda elastik dalğaların sürəti parçalanma baş verəcək zonada hazırlıq dövrü necə dəyişir. Laboratoriya tədqiqatları göstərir ki, mürəkkəb gərgin və yüksək təzyiq şəraitində aparılan təcrübələr imkan verir ki, birinci hal üçün zəlzələdən zəlzələyə sürətin qiyməti gələcək parçalanma zonasında maksimum qiymətə çataraq azalmağa başlamalıdır. Bu halda ΔV və $\Delta \theta_s$ çoxlu sayda faktorlardan asılı olacaq, yəni dağılmaya məruz qala biləcək zonanın yerləşdiyi dərinlikdən, aradakı gərginliyin fərqindən, temperatur, strukturdan, teksturadan, hansı maye ilə doymasından və onun miqdarından, nəhayət, süxurlardakı məsaməlilikdən. İkinci halda ehtimal ki, sürətin azalması müşahidə olunacaq və müəyyən dövrlərdən sonra sürət sabit qalacaqdır.

V Fəsil

GEOFİZİKİ TƏDQIQAT ÜSULLARI HAQQINDA ÜMUMİ MƏLUMAT

§14. Geofizikanın fiziki əsasları və inkişaf tarixi

Geofizika Yer qabığının bərk və maye qatlarında baş verən fiziki prosesləri və bununla bağlı olan hadisələri öyrənən bir elmdir. Geofiziki tədqiqatlardan alınan nəticələr, demək olar ki, birbaşa geologiyada istifadə olunur, Yerin dərin qatlarının və daxili quruluşunun öyrənilməsində yeganə məlumat mənbəyidir ki, Yerin dərin qatlarına girmədən oranı tədqiq etməyə imkan verir.

Geofiziki kəşfiyyat üsulları Yerin süni və təbii fiziki sahələrinin öyrənilməsinə əsaslanmışdır. Yerin fiziki sahəyə malik olması insanalara hələ çox qədim zamanlardan məlum idi, ancaq bu sahələrdən istifadə edərək Yerin daxili qatlarının quruluşunun öyrənilməsinə və faydalı qazıntıların axtarışına XVII əsrdə başlamışlar. Əməli cəhətdən geofizika üsulunun geoloji məsələlərinin həllində istifadə olunmasına XIX əsrin sonları XX əsrin əvvəllərində əldə olunan külli mişarda tədqiqatların nəticələrinin toplanmasından sonra başlanmışdır. Həmin dövrdə həm elmi, həm də iqtisadi cəhətdən ilkin şərtlər artıq bu üsulun işlənilib hazırlanmasına tam təminat verirdi. Geofiziki kəşfiyyat yerdə öyrənilən fiziki sahələrin müxtəlifliyinə görə bir neçə üsullara bölünmüşdür: -Maqnit, Qravi, Elektrik, Seysmik və Radioaktiv elementlərin kəşfiyyatları daxildir. Vaxt keçdikcə bu üsullar geniş inkişaf etməyə və şaxələnməyə başlamışdır.

Maqnit kəşfiyyatının köməyi ilə süxurların və dəmir filizinin yaratdığı maqnit sahəsinin müxtəlifliyi öyrənilir. Qravimetrik kəşfiyyat süxurlarının sıxlığına əsaslanaraq Yerin müxtəlif nöqtələrində cismin sərbəstdüşmə təcilinin qiymətinə təsiri öyrənilir.

Elektrik kəşfiyyatı süxurlardan elektrik cərəyanı keçdikdə onda baş verən prosesləri öyrənir. Seysmik kəşfiyyat üsulu süxurlarda elastik dalğaların yayılmasını tədqiq edir. Radioaktiv kəşfiyyat üsulu süxurlarda süni və təbii radioaktivliyi təyin etməklə məşğul olur.

Dərin quyuların və quyuyətrafi sahələrin tədqiqi ilə məşğul olan geofiziki üsula quyu geofizikası deyilir.

Geofiziki üsullar müxtəlif şəraitlərdə istifadə olunur: Yer səthində, havada, kosmosda, dənizdə dərin şaxtalarda və müxtəlif dağ- mädən işləri aparılan ərazidə. Geoloji məsələlərin daha səmərəli həlli üçün kompleks geofiziki üsullardan istifadə olunur. Geofiziki kəşfiyyat üsulu ilə aşkar edilən fiziki sahəni yoxlamaq üçün geokimyəvi və geoloji üsullar sıx əlaqədə aparılmalıdır.

İlk geofiziki metod maqnit kəşfiyyatı üsuludur. Bu üsuldan ilk dəfə XVII əsrin ikinci yarısında İsveçdə istifadə olunmuşdur.

Rusyada maqnit kəşfiyyat işləri keçən əsrin sonlarından başlayıb. İlk tədqiqat Uralda D.İ.Mendeleyev tərəfindən aparılıb (1899 il), Kursk quberniyasında N.D.Pilçikov (1888) və Ya.Leystov tərəfindən (1894, 1896-1914 illərdə), Uralda və Sibirdə V.İ. Bauman tərəfindən (1914-1918 illər) aparılmışdır.

SSRİ-də maqnit axtarışları üsulunun inkişafında V.İ.Bauman və digərləri böyük rol oynamışlar. Bauman dağ mädən institutunun professoru vəzifəsində çalışdığı dövrdə bu üsulun nəzəriyyəsini və çöl işlərinin metodikasını işləyib hazırlamışdır.

SSRİ-də geofiziki üsulla dəmir filizi axtarışı işinə 1919-cu ildən başlamışlar. 20-çi əsrin əvvəllərindən başlayaraq maqnit axtarışları üsulu nəinki dəmir filizi axtarışında, eyni zamanda geoloji məsələlərin həllində geniş istifadə olunmağa başlanmışdır.

Dunyada ilk dəfə olaraq təyərə ilə maqnit axtarışı aparmaq üçün cihazlar SSRİ-də yaradılmışdır. Bu cihazın müəllifi Leninqrad Dağ mädən institutunun professoru A.A.Loqaçov olmuşdur. Hal-hazırda keçmiş Sovetlər ölkəsinin ərazisi Aeromaqnit kəşfiyyatın nəticələri ilə tam örtülmüşdür. Miqyası isə 1:1000 000 və 1:200.000 idi. Hal-hazırda tədqiqat işləri 1:5000 1:25000 miqyasında aparılır.

Qravi kəşfiyyat üsulu ilə geoloji məsələlərin həlli XX əsrin əvvəllərində macar alimi R.Etvişin icad etdiyi qravimetrik variometrin kəşfindən sonra başlanmışdır. Məhsuldar iş qabiliyyətinə malik olan cihazlar—qravimetrlər 1930-cu ildə Amerika və İsveçdə istehsal olunmağa başlamışdır.

Keçmiş Sovetlər ölkəsində qravimetrlərin hazırlanmasında aşağıdakı alimlər iştirak etmişlər: S.A.Poddubni, M.S.Molodenski, K.Ə.Veselov, A.M.Loizinskaya və başqaları.

Qravikəşfiyyatın nəzəriyyəsinin işlənilib hazırlanmasında B.A. Andreyevin, Q.A.Həmbursevin, Q.M.Nikifirovun və başqalarının əməyi çox olmuşdur.

İlk dəfə elektrik cərəyanından faydalı qazıntıların axtarışında istifadə olunması keçən əsrin ortalarından başlamışdır. 1929-cu ildə ingilis alimi A. Foke ilk dəfə olaraq mis filizi yatağı üzərində təbii elektrik sahəsinin mövcud olduğunu müşahidə etmişdir. 1912-ci ildə fransız alimi. K.Şlyumberc sabit cərəyan elektrik axtarışı üsulunu işləyib hazırladı. İsveç alimləri N.Zundberq və K.Zundberq təklif etdilər ki, elektrik kəşfiyyatında dəyişən cərəyandan da istifadə etmək olar.

Keçmiş Sovetlər ölkəsində elektrik kəşfiyyat üsulunun yaradıcısı Leninqrada Dağ maddə institutunun professoru A.A.Petrovski olmuşdur. Elektrik axtarışları üsulunun inkişafında L.İ.Alpin, A.Y.Boqdanov, V.N.Daxnov, A.İ.Zabrovski, Ə.N.Kalenov, A. M. Pılayev, A. S. Semenov böyük əmək sərf etmişlər. Axır vaxtlar elektrik kəşfiyyat üsulu nəinki filiz və qeyri filiz yataqlarını, eyni zamanda neft və qaz yataqlarının axtarışında geniş istifadə olunur.

Seysmik kəşfiyyat üsulu 1930-cu illərdə keçmiş Sovetlər ölkəsində geniş istifadə olunmağa başlamışdır. Bu sahədə cihazların hazırlanmasında, nəzəriyyənin işlənilib tamamlanmasında akademik B. B. Qolitsinin böyük əməyi olmuşdur. O, 1912-1916 illər ərzində mexaniki rəqsləri elektrik rəqslərinə çevirən seysmoqrafları ixtira etmişdir.

Seysmik kəşfiyyat üsulunun inkişafında və seysmik kəşfiyyat məktəbinin yaranmasında Q.A.Hambursevin böyük rolu olmuşdur.

Təbii radioaktivlik üsulu ilk dəfə fransız fiziki A. Bekkerl tərəfindən 1896-cı ildə kəşf edilmişdir. Bu xassədən istifadə edərək radioaktiv elementlərin axtarışı XX əsrin 30-cu illərinin sonlarından başlanmışdır.

Quyu geofiziki kəşfiyyatı demək olar ki, yerüstü geofiziki kəşfiyyat üsulu ilə paralel olaraq XX əsrin 20-ci illərinin sonundan inkişaf etməyə başlamışdır.

Quyu geofiziki kəşfiyyat üsulunun yaranmasında keçmiş sovet alimlərinin, V. N. Daxnovun, S. Q. Komarovun, V. A. Şpak və bir çox başqalarının rolu böyük olmuşdur.

Kəşfiyyat geofizikasında iki əsas məsələnin riyazi əsasları işlənib hazırlanmışdır:

1. Əvvəlcədən fiziki parametrləri və yerləşdiyi yeri məlum olan geoloji obyekt üzərində fiziki sahənin təyini (Buna geofizikanın düz məsələsi deyilir).

2. Geoloji hədəfin üzərində fiziki sahənin parametrlərini təyin etməklə həmin obyektin ölçüləri və yer səthindən ona qədər olan məsafənin təyin edilməsidir (Buna geofizikanın tərs məsələsi deyilir).

Geofiziki üsulların gənc olmasına baxmayaraq böyük məhsuldarlığı və istənilən dərinliklərdə istifadə olunması və faydalı qazıntıların axtarışında geniş istifadə olunur və böyük sürətlə inkişaf edir. Hal-hazırda geofizika elmi yer səthinin geoloji xəritəyə alınmasında, faydalı qazıntıların axtarışında, hidrogeoloji və dağ-mühəndis geoloji məsələlərin həllində geniş istifadə olunur və onun ayrılmaz hissəsidir.

§ 15. Fiziki sahə və anomaliya

Dağ massivlərində hər hansı geoloji məsələnin həlli geoloji obyektlərin həndəsi formasının və maddi tərkibinin təyin edilməsi məsələsinin həllinə gətirib çıxarır. Geoloji hədəflərin geofiziki üsullarla təyini o vaxt mümkün olur ki, tədqiq olunan obyekt və obyektin yerləşdiyi dağ massivi müxtəlif fiziki xassələrə malik olsun. Bu halda (bizim ayaqlarımız altında) yəni yer səthində müxtəlif qiymətli və ölçülü fiziki sahələr müşahidə ediləcəkdir (maqnit sahəsi, cismin ağırlıq qüvvəsi və sairə) **sahə dedikdə** fəzada elə bir müstəvi nəzərdə tutulur ki, həmişə müstəvi daxilində insana nəşə təsir edir (məs. görmə sahəsi, fiziki sahə və s.).

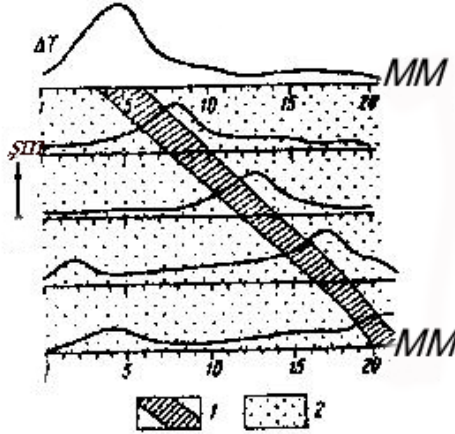
Fiziki sahə materiyanın e  hissəsidir ki, maddənin tərkibində olan hissəcikləri bir-biri ilə vahid sistemdə birləşdirir v  hissəciklərin təsirini birindən digərinə ot r r (yəni hissəciklər arasında qarşılıqlı təsir yaradır). Fiziki sahəyə elektromaqnit sahəsi misal ola bilər, bu, y kl  hissəciklər arasında yaranan qarşılıqlı təsir sahəsidir. Cazibə sahəsi (qravitasiya sahəsi) bu nuklonlar arasında yaranan qarşılıqlı təsir dair sidir. Fizikanın tarixində oyr nil n sahələrdən birincisi elektromaqnit sahəsidir (XIX  sr).

Hər bir nöqtədə fiziki sahə müəyyən qiymətə malikdir. Bu qiymət həm skalyar, vektorial ola bilər, eyni zamanda, fiziki sahə həm vektorial, həm də skalyar ola bilər. Geofiziki üsulla həm təbii, həm də s ni yaranmıř fiziki sahələri oyr nm k olur. **Təbii sahələrə** Yerii maqnit sahəsini, ağırlıq qüvvəsi sahəsini və bir neçə növ elektrik sahəsini, radioaktiv elementlərin paylandığı yerdə yaratdığı sahələr aiddir. Bu sahələrin yaranmasında insan iřtirak etmir, bunu təbiət  zu yaradır.

Süni sahələrə elektromaqnit sahələri, elastik dalğaların yaratdığı sahə, süni radioaktiv sahələr aiddir. Süni elektromaqnit sahəni yerə cərəyan buraxmaqla, yaxud qapalı yerlə əlaqəsi olmayan konturdan cərəyan buraxmaqla əldə etmək olar. Süni elastik dalğaları yerdə partlayıř etməklə, Yerin səthinə ağır y kl  v  titr dici qurğularla təsir etməklə yaratmaq olar. Süni radioaktiv sahəni süxurlara qamma şuaları və ya neytron hissəcikləri ilə təsir etdikdə almaq olur. Yerin fiziki sahəsinə və yaxud bir hissəsinin yaratdığı sahə Geofiziki sahə adlanır. Bu sahə həm təbii, həm də s ni yaradılmıř sahə ola bilər və çox qiymətli fiziki kəmiyyətlərlə s ciyy l nmıř olar. Kəşfiyyat geofizikasında m řahid  olunan sahələri, normal və anamal geofizika sahələri kimi bir-birindən fərqləndirirlər. M řahid  olunan geofiziki sahə birbařa yer səthində  l l n sahənin qiyməti kimi qəbul olunur: normal geofiziki sahə hər hansı bir ərazidə  l l m ř geofiziki sahələrin orta qiymətidir, anomal, sahə isə m řahid  edilən sahənin qiymətinin normal sahənin qiymətindən kənara çıxmasıdır.

D yiřdirilmıř sahə dedikdə, m řahid d n alınan qiymətləri d yiřdirm kl  alınan sahə bařa d ř l r (misal  c n müxtəlif

ayırırlar. Geofiziki anomaliyalar ölçülərinə, formasına, tutduğu sahəsinə görə müxtəlif ola bilər, çünki geofiziki sahə geoloji hədəfin ölçüsündən, formasından, yerləşdiyi dərinlikdən, onun qalınlığından,



Şəkil 25. Fiziki sahənin ΔT qrafiki xəritəsi. 1.dolerit daykası 2.çökmə süxurlar.

yatım bucağından, məsaməliliyindən və çatlara məruz qalma dərəcəsiindən çox asılıdır. Müşahidə olunan geofiziki sahənin təhlili və yaxud bunun geoloji izahı yuxarıda qeyd edilən vacib müddəalar üzərində qurulur.

§16. Fiziki sahələrin öyrənilmə üsullarının əsasları

Geofiziki kəşfiyyat üsullarından istifadə edərək geofiziki sahələrin öyrənilməsi əksər hallarda düz xətt istiqamətində əvvəlcədən seçilmiş yol və yaxud kəsiliş üzrə aparılır və öyrənilir.

Məlumdur ki, geofiziki sahə kəsilməzdir, yəni sahəni xarakterizə edən fiziki kəmiyyətlər bir müşahidə məntəqəsindən digər müşahidə məntəqəsinə fasiləsiz olaraq səlis keçir. Geoloji sahə isə süxurların inkişafı dövrü müxtəlif tərkibli və müxtəlif şəraitlərdə əmələ gələn geoloji qurumların sərhədində mövcud olur. Bu, geofiziki sahənin geoloji sahədən əhəmiyyətli dərəcədə fərqli olduğunu göstərir.

Demək olar ki, geofiziki sahəni geoloji sahədən əsaslı fərqləndirən müddəalar bunlardır.

Əgər biz sahənin qiyməti və forması haqda tam məlumat almaq istəyiriksə, onda hökmən hər bir müşahidə məntəqəsində bu sahənin qiymətini ölçmək lazımdır. Bu fiziki sahələri ölçmək üçün müxtəlif cihazlardan istifadə edilir. Həmin cihazların bir hissəsi yol boyu hərəkət zamanı ölçülən sahənin qiymətini fasiləsiz olaraq yazır. Belə cihazlar təyyarələrə, peyklərə, vertolyotlara, avtomobilə və minik vasitələrinə yerləşdirilir.

İkinci qrup cihazlar məkanda Yerini dəyişməyən qəbuledicilərdən (datçikdən) ibarətdir, bunlardan gələn siqnallar stasionar qəbuledici qurğularda qeyd olunur. Qeyd edicilər gələn siqnalları fiziki sahənin qiymətlərini lent üzərində yazır, yaxud fasiləsiz, qrafikini çəkir. Belə cihazlar quyularda və su hövzələrində də tədqiqat aparmaq üçün istifadə olunur.

Üçüncü qrup cihazlar müşahidə məntəqəsində tərpənməz olaraq dayanmış halda fiziki sahənin qiymətini təyin edir. Bunlar böyük qrup təşkil edir və geniş istifadə olunur. Onlarla yer səthində istənilən kəsilişdə və marşrutda istənilən miqyasda ölçmə işləri aparılır. Müşahidə məntəqələri bir-birindən marşrut boyunca bərabər məsafələrdə yerləşdirilir. Geofiziki müşahidə vaxtı marşrutlar ərazidə layların uzanma istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə qoyulur, çox hallarda marşrutlar eyni məsafədə bir-birinə paralel olaraq qoyulur. Marşrutlar (profillər) arasındakı məsafə tədqiqatın miqyasından asılıdır, təəfdən bu məsafələr axtarılan geoloji obyektin ölçülərindən də asılıdır.

Təyyarə ilə aparılan geofiziki işdə marşrutlar axtarış aparılan ərazinin sahəsindən asılı olaraq seçilir. Tədqiqat marşrutlarında eyni yüksəklikdən aparılır. Belə halda düzgün istinad məntəqələrinin seçilməsi çox vacibdir (çay, yol, göl, və s.). Bu istinadlar havadan yaxşı görünməlidir və bu istinadlar eyni zamanda xəritəyə köçürülür. Axır vaxtlar radiogeodeziyadan marşrutların yerləşdiyi ərazinin coğrafi koordinatlarının. təyində geniş istifadə olunmağa

başlanmışdır. Bu üsul fəzada təyyarənin koordinatlarının istənilən vaxt marşrutun istənilən nöqtəsində təyin edilməsinə imkan verir.

Yer səthində kiçik miqyaslı geofiziki müşahidələr yol kənarı ilə, çayların sahilı ilə və meşə içərisindən keçən cığırılar ətrafında aparılır. Belə halda qurulan şəbəkə qeyri bərabər olur.

Müşahidə məntəqələri arasındakı məsafə addımla, əgər maşınla gedilirsə, maşının spidometri ilə təyin edilir. Belə halda tədqiqat aparılan ərazinin coğrafi koordinatları xəritədə vizual qeyd olunur.

§17. Süxurların fiziki xassələri

Ölçülən fiziki sahəni düzgün qiymətləndirmək yaxud izah etmək üçün tədqiqat aparılan ərazidə əlavə olaraq orada əmələ gəlmiş süxurların fiziki xassələrini öyrənmək lazımdır. Süxurların fiziki xassələri müxtəlif amillərdən: onların tərkibindən, quruluşundan, yerləşdiyi dərinlikdən və bir çox amillərdən asılıdır. Eyni bir süxurun fiziki xassələri adları çəkilən amillərin təsirindən asılı olaraq geniş hududda dəyişə bilər. Ona görə də süxurların fiziki xassələrini tərkibindən asılı olaraq dəyişdikcə təyin etmək məqsədə uyğundur. Fiziki sahə haqda dəqiq, düzgün məlumat almaq üçün tədqiqat aparılan nümunələrin sayı 30—100-dən az olmamalıdır. Fiziki xassələri birbaşa çöldə, marşrutda, həm də marşrutdan götürülmüş nümunələrdə laboratoriya şəraitində təyin etmək olar. Çöl işləri zamanı kəsilişlərdə birbaşa süxurların elektrik, maqnit, radioaktivlik, qravimetrik və elastiklik xassələrini öyrənmək olar. Alınan qiymətlər o vaxt tam doğru olar ki, aşağıdakı faktorlar nəzərə alınsın. Layların çatlığı, məsaməli olması, su ilə doymuş olması və ya olmaması, suyun tərkibində mineral duzların nə miqdarda olması və s.

Süxurların təbii yatım (uzanma) şəraitində fiziki xassələrinin öyrənilməsi üçün adətən açıq yerdə və yaxud mədənlərdə fiziki parametrlərin ölçülməsi işləri aparılır. Fiziki parametrlərin təyini zamanı çalışmaq lazımdır ki, ölçmə işləri müxtəlif süxurların təmasda olduğu yerdən uzaqda aparılsın.

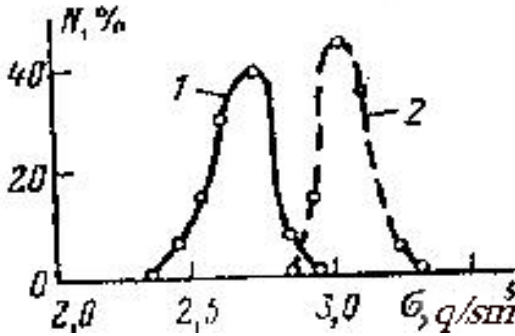
Süxurların fiziki xassələrinin öyrənilməsində quyulardan çox geniş istifadə edirlər. Bəzi hallarda fiziki parametrlər geofiziki anomaliaların ölçülərindən asılı olaraq hesablanılır.

Laboratorya şəraitində adətən süxurların maqnit xassəsi, sıxlığı, radioaktivliyi, elektrik, akustik və s. xassələri öyrənilir.

Nümunələr kəsilişlərdə, açıq yerlərdən, dəyişikliyə uğramamış süxurlardan, mədənlərdə quyu materiallarından 30-300 sm³ həcmində götürülür. Nümunələrin götürüldüyü yer çöl kitabçasında qeyd olunur və plana salınır. Onlar nömrələnir, oradan laboratoriyaya göndərilir və fiziki xassələri öyrənilir. Fiziki xassələri təyin olunan süxurların nəticələri laboratoriya jurnalında qeydiyyatdan keçir, cədvəl halına salınır. Hər bir süxurdan 30-dan 100 qədər nümunə düzəldilir, bu nümunələrdən müxtəlif qiymətlər alınır.

Fiziki parametrlərin daha dəqiq təyin olunması üçün ölçülən nümunələrin sayından asılı olaraq variasiya əyrisi qurulur, əyriyə ya adi yaxud da loqarifmik miqyasda qurulur (şkil 3). Loqarifmik miqyas o vaxt tətbiq olunur ki, süxurların fiziki xassələri geniş həddə dəyişsin. Variasiya əyrisi qurulan zaman horizontal xətt üzrə fiziki parametrlərin qiyməti, şaquli xətt üzrə isə nümunələrin sayı və yaxud təsadüflərin sayı N (faizlə) göstərilir. Süxurun təyin edilmiş fiziki xassələri hesablanmamış interval üzrə cədvələ köçürülür və sonra hər bir interval üçün ölçülərin sayı hesablanır və hər interval üçün ölçüləri faizə çevirilir. Nümunələrin ümumi sayı 100c bərabərləşdirilir (cədvəl.1, şəkil 26).

Süxurların fiziki xassələrinin təyininin nəticələri geofiziki tədqiqatların geoloji təhlilinin əsasını təşkil edir



Şəkil.26 Süxurların sıxlığının dəyişməyrisi. 1-diorit (50 nümunə) 2-qabro (80 nümunə) Şəkil cədvəl əsasında qurulub.

Ş18. Geofiziki planalmanın növləri və miqyası

Geofiziki işlər əvvəldə göstərdiyimiz kimi Yerin səthində, havada, kosmosda, dənizdə və quyularda aparılır. İşlər mərhələ ilə aparılır. Geoloji kəşfiyyat işlərini hər mərhələsində seçilən miqyaslara uyğun olmalı, eyni cür seçilməlidir. Planalmanın miqyası marşrutlar yaxud profillər arasındakı məsafəni addımla və yaxud ölçmələrlə təyin edirlər. Marşrutlar (profillər) arasındakı məsafə nəzərdə tutulan hədəfin uzunluğundan 2-3 dəfə kiçik olmalıdır. Bir marşrut boyunca müşahidə məntəqələri arasındakı məsafə obyektin qalınlığından 3-4 dəfə kiçik olmaqla bərabər, obyektin yerləşdiyi dərinlikdən çox olmamalıdır. Geofiziki planalmada məsləhət görülür ki, ərazidə hər bir filiz birləşmələri üzərində layın uzanma istiqamətində ən azı iki-üç profil keçirilsin və üç-dörd məntəqədə hədəfin qalınlığı müşahidə olunsun. Bundan sıx müşahidə aparılmır, həm də əlverişli deyil. Ərazidə tədqiq olunan hədəfin ölçüləri məlum deyilsə, şəbəkənin sıxlığı anomalıyanın ölçüsündən asılı olaraq seçilir.

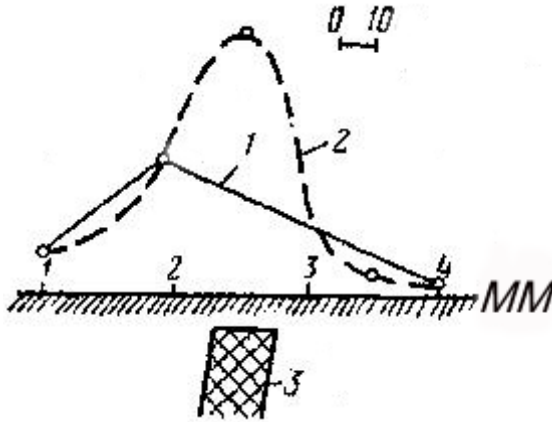
Şəbəkənin sıxlığı vuruq kimi yazılır: Marşrutlar arasındakı məsafə vurulsun (profillər) müşahidə məntəqələri arasındakı məsafəyə.

Məsələn müşahidə məntəqələrinin sıxlığı 100×10 m. Bu o deməkdir ki, marşrutlar arasındakı məsafə 100 metrə bərabərdir və müşahidə məntəqələri 10 metrdən bir yerləşdirilibdir. Müşahidə şəbəkəsinin sıxlığından istifadə edərək miqyas seçilir. Miqyas adətən

profillər arasındakı məsafəyə bərabər olur, yəni hesabat üçün xəritədən kənara çıxmamalıdır. Göstərilən misal üçün iş 1:10.000 miqyasda aparılmalıdır.

Geoloji xəritəalma geofiziki tədqiqatlarla eyni miqyasda birgə aparılır. (cədvəl 2).

Anomaliyanın formasını, ölçülərini dəqiqləşdirmək üçün lazım gəldikdə müşahidələrin nəticələrini təfəssilatı ilə köstərmək vacibdir. Belə halda əvvəlki marşrut və məntəqələr arasında yenidən əlavə ölçmə işləri aparılır (şəkil 27).



Şəkil.27 Anomaliya əyrisinin müşahidə məntəqəsi arasındakı məsafədən asılı olaraq dəyişməsi. Əyri 1-1,2,3,4.Nöqtələrində ölçülərdən alınan qiymətlərlə qurulmuşdur.2-müşahidə nöqtələri arasında əlavə ölçmələri nəzərə almaqla qurulmuşdur, 3-filiz obyektini.

Geofiziki sahənin kəskin dəyişdiyi ərazidə (rayonda) geofiziki işlərin daha keyfiyyətli aparılması məsləhət görülür. Həmin rayonda müşahidələrin sayını artırmaq və əlavə müşahidə məntəqələri yaratmaq lazımdır. Anomaliyanın mərkəzindən uzaqlaşdıqda müşahidə məntəqələri arasındakı məsafələri artırmaq olar. Geofiziki işin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün əlavə olaraq müşahidə məntəqələrinin sayını 5—30 %-ə qədər artırmaq lazımdır.

§ 19. Geofiziki işlərin dəqiqliyinin təyini

Çöl müşahidə işlərində dəqiqlik yaxud xəta geofiziki tədqiqatların ən mühüm və vacib xüsusiyyətlərini təsvir edən kəmiyyətdir. Demək olar ki, bütün nəticələrin düzgünlüyü və geoloji məsələlərin həllinin tamlığı bununla çox əlaqədardır.

Geoloji anomaliya ölçülərinə görə xətdən 3-4 dəfə çoxdursa, alınan nəticələr doğrudur və kəsilişdə geoloji qeyri bircinsliliyə tam cavab verir.

Geofiziki müşahidələrdən alınan rəqəmləri (qiymətləri) təhlil etmək və qrafik şəklinə salmazdan qabaq hər bir ərazi üçün görülən işin dəqiqliyinin qiyməti, yəni ölçmələrin xətası hesablanır. Çöl işlərinin xətası iki xətanın cəmindən ibarətdir. Birincisi tək-tək ölçmələrdə istifadə edilən alətlərin xətası, ikinci isə istifadə olunan cihazların texniki vəziyyəti ilə əlaqədar olan xətdir. Hər iki xətanın mənbəyinin təsirinin az olması üçün bütün geofiziki üsulların hamısında iki cür nəzarət üsulu qabaqcadan nəzərə alınmalıdır.

1. Ölçü cihazlarının işləmə qabiliyyətinə nəzarət.

Bunu cihazla işləyən operatorun özü gündəlik cihazın həssaslığını yoxlamaq məqsədi ilə aparır. Bu yoxlama işləri səhər ölçmələrə başlamamış və axşam işlərindən sonra hazır etalonla aparılır (radioaktivlik üsulu), nəzarət nöqtələrində axşam və səhər ölçmələr (Qravi, Maqnit kəşfiyyatı) və yaxud təkrar müşahidə 5-ci və 10-cu məntəqədə (Elektrik kəşfiyyatı).

2. Operatorun işinin keyfiyyətinə nəzarət.

Bunu dəstənin rəhbəri ya baş geofizik, yaxud da texnik-geofizik aparır. Bu məqsədlə 5—10 c işi müşahidə məntəqələrində özləri aparırlar. Nəzarət nöqtələrini ərazidə və zaman etibarını ilə bərabər yerləşdirirlər. Nəticələri nəzarət jurnalına yazırlar. Eyni nöqtədə birinci və ikinci ölçmənin qiymətlərini müqayisə edərək, qiymətlər arasında olan fərq təyin olunur, bunun köməyi ilə xəta hesablanır (orta hesabı, orta kvadratik yaxud nisbi).

Orta hesabı xətdən elektrik və seysmik kəşfiyyatın dəqiqliyini təyin etmək üçün istifadə edirlər və aşağıdakı düstürlə hesablanılır.

$$R = \Sigma (u_1 - u_2)n.$$

u_1 müşahidə məntəqəsində adi ölçmənin qiyməti, u_2 həmin nöqtədə nəzarət ölçməsi; n təkrar nöqtələrin sayı, Σ adi və nəzarət ölçmələri fərqinin cəmidir.

Orta kvadratik xəta maqnit, qravi və radioaktiv kəşfiyyatda istifadə edilir və aşağıdakı düstürlə hesablanır.

$$m = \sqrt{\Sigma(\delta^2/2n)}$$

Burada Σ fərqlərin kvadratı cəmidir; Σ bir nöqtədə birinci və ikinci ölçmələrin fərqi; n isə təkrar nöqtələrin sayıdır. Orta nisbi xəta elektrik kəşfiyyatında ölçmələrin dəqiqliyini təyin etmək üçün istifadə edilir və aşağıdakı düstürlə hesablanır. $P = \Sigma mn$ bu Σ bütün təkrar nöqtələrdəki nisbi xətalərin cəmi;

m — bir nöqtədəki ölçmələrin nisbi xətasıdır.

$$m = \frac{2(\rho_1 - \rho_2)}{(\rho_1 + \rho_2)} 100$$

ρ_1 nöqtədəki ölçmənin qiyməti, ρ_2 həmin nöqtədə təkrar ölçmənin qiymətidir. Müşahidənin xətası alınan qiymətlərin diaqram qurulması zamanı nəzərə alınır. Kiçik miqyaslı marşrutlarda ölçmələrin dəqiqliyini diaqramların üst-üstə düşüb düşməməsi ilə yoxlayırlar. Əlavə olaraq dəstə rəhbəri və yaxud baş geofizik müşahidə jurnalının hansı keyfiyyətdə aparıldığını yoxlamalıdır.

§20. Geofiziki sahələrin qrafiki təsviri

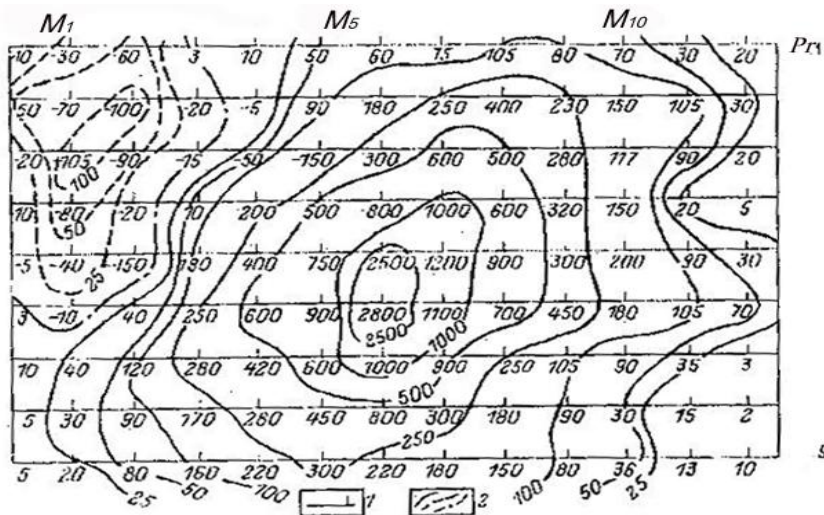
Çöl işlərində geofiziki müşahidələrin nəticələri xüsusi jurnallara, yaxud da maqnit lentinə yazılır.

Geofiziki sahənin nəticələrinin yazılma forması ölçmə üsulundan asılıdır. Geofizikanın bütün üsullarında çöl jurnalında müşahidə məntəqəsinin nömrəsi, ölçülən (təyin olunan) qiymət və düzəliş üçün bəzi məlumatlar qeyd olunur (zaman, temperatur, hava məlumatı və s.). Həmin jurnalda tədqiqat aparılan ərazinin həm geoloji, həm də topoqrafik müşahidələrinin nəticələri qeyd edilir. Jurnalın birinci səhifəsində partiyanın rəhbərinin, baş geofizikin, operatorun adı, soyadı, partiyanın ünvanı, ərazinin adı mütləq qeyd edilməlidir. İşə başlamamışdan qabaq və işdən sonra müşahidənin

başlanma və qurtarma tarixi qoyulur. Çöl jurnalı yazılıb qurtardıqdan sonra partiyanın kameral qrupuna təhvil verilir, onlar da müşahidələrin nəticələrinin təhlilinə başlayırlar. Özləri yazan stansiyaların nəticələri lent üzərinə yazılır. Lentlərin üzərinə iş görən idarənin möhürü vurulur. Bu möhürlərdə ərazinin, yaxud quyunun adı, tədqiqat aparılan cihazın adı, müşahidə üsulunun xüsusiyyətləri, yazıların dərəcələnmə qiyməti və yoxlanılması qeyd edilir. Lentlər sonra hərtərəfli təhlil üçün partiyanın kameral qrupuna təhvil verilir və xüsusi jurnalda qeydiyyatdan keçirilir.

Müşahidələrdən alınan nəticələrdən istifadə edərək materialları qrafiki olaraq təsvir etməyə başlayırlar. Bütün geofiziki üsullarda fiziki sahələrin təsvir olunma üsulu eynidir və nəticə etibarlı ilə kəsilişlərin qrafiklər və izoxətlər xəritəsinin qurulmasına gətirib çıxarır.

1. Fiziki kəmiyyətlərin qiymətlərinin dəyişmə qrafiki müşahidə məntəqələri boyunca aşağıdakı ardıcılıqla qurulur. Horizontal ox uzrə profilin (marşrutun) uzunluğu və onun üzərində planalmanın miqyasında müşahidə məntəqələri qeyd olunur. Şaquli ox üzərində müşahidə zamanı hər bir nöqtə üçün ölçülən fiziki sahənin qiymətləri qoyulur. Alınan nöqtələri ardıcıl olaraq birləşdirirlər. Bu alınan sxem qrafik adlanır. Şaquli miqyas geofiziki müşahidənin dəqiqliyindən asılı olaraq seçilir. Geofiziki anomaliyanın olduğunu göstərmək üçün şaquli ox üzərində miqyas elə seçilir ki, orada anomaliyanın seçilmə effektini azaldan faktorlar zəif təsir etsin. Belə kiçik miqyaslı dəyişmənin seçilməsi onunla əlaqədardır ki, layların üst qatlarında süxurların fiziki xassəsi sabit deyil, belə etməklə əyrini sığallamış oluruq və anomaliyanın geoloji səbəbdən əmələ gəldiyini aşkar edirik. Belə qrafikin qurulması 28-cu şəkildə verilmişdir.



Şəkil.28 Fiziki sahənin ΔT izoxət xəritəsi. 1; Kəsilişin müşahidə məntəqələri (yerə vurulan nömrəli payalar) 2; ΔT -nin izoxətləri (mənfi, müsbət və sıfır qiymətlər) n.Tesla-larla.

2. Qrafiklər xəritəsi açıq səthi olan ərazidə aparılan işlərdən alınan nəticələrdən istifadə etməklə qurulur. Xəritədə bütün marşrutun (profilin) müşahidə aparılan nöqtələri qeyd edilir. Hər bir profildə müşahidə məntəqəsi planalmanın miqyasında qeyd edilir. Hər bir nöqtənin qarşısında ölçülən fiziki sahənin qiyməti yazılır, sonra həmin nöqtələr bir-biri ilə birləşdirilir və hər bir profil üçün qrafik alınır. Burada da şaquli miqyas qrafiki qurulduğu kimi seçilir. Qrafiklər xəritəsi fiziki sahəni bütün ərazidə təsvir edir (səciyyələndirir). Misal. göstərək qrafiklər xəritəsinin qurulması şəkil 29-da verilmişdir. Xəritədə anomaliya şimal-şərq istiqamətində açıq-aydın ayrılır. Qrafiklər xəritəsi düzgün tərtib olunmuş sənəddir. Burada tam şəkildə dəlillər əks olunur. Bunun çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, bu üsul fiziki sahənin yalnız profil boyunca paylaşmasını az çox düzgün təsvir edir (izah edir), çünki profillər arasında olan məsafə müşahidə məntəqələri arasındakı məsafədən 5-10 dəfə böyük olduğundan mürəkkəb fiziki sahələr qeyd olunan

yerlərdə sahənin paylanması qanunauyğunluğu aydın görünür. 3. Açıq (sahəli) ərazilərdə işlər aparıldıqda əlavə olaraq izoxət xəritəsi düzəldilir (şəkil 5). Bu xəritədə bütün müşahidə məntəqələri planalmanın miqyasında qeyd edilir. Hər nöqtənin yanında ölçülən fiziki sahənin qiyməti yazılır. Sonra eyni qiymətli nöqtələri qapalı xətlərlə birləşdirirlər. İxoxətlər arasındakı məsafə xəttadan asılı olaraq seçilir. Birinci interval xəttadan üç dəfə çox olmalıdır. Ölçmələrin qiyməti böyüdükcə intervalın qiyməti də böyüməyə başlayır. Xəritə qurma 5-ci şəkildə verilib. İşin dəqiqliyi 7-yə bərabərdir. İxoxətə $Zx7$ -dən az olmamaq dəqiqliyi ilə qurulmalıdır.

Maqnit sahəsinin xəritəsində müsbət qiymətli ərazini göy rəngdə, mənfi qiymətli ərazini qırmızı rəngdə boyayırlar. Qiymətlərin böyüməsi ilə rənglər tündləşir. İxoxət xəritəsi açıq sahələrdə geofiziki sahənin paylanmasını təsvir edir. Qrafik xəritəsindən və izoxət xəritəsindən istifadə edərək geofiziki təhlil işi aparılır və sənaye əhəmiyyətli olan anomalionaları ayırır və həmin rayonda dağ mədəni işləri aparılmasının vacibliyini təsdiq edir.

4. Geoloji-geofiziki kəsiliş ayrı-ayrı profillər üçün qurulur. Kəsiliş boyunca nivelirləmə vasitəsi ilə yer səthinin relyefi çəkilir və xəritənin miqyasında müşahidə məntəqələri qeyd olunur.

Kəsilişdə relyefin xəttindən aşağıda quyu şəkli çəkilir və quyuda rast gələn süxurların litoloji tərkibi göstərilir və geoloji kəsiliş qurulur. Relyefin xəttindən yuxarıda müxtəlif fiziki sahələrin ölçülməsindən alınan qiymətlərə əsasən geofiziki qrafiklər qurulur. Geofiziki qrafiklə geoloji kəsilişi müqayisə edərək fiziki parametrlərin anomal qiymətlərinin geoloji hədəfdən asılılığı dəqiq təyin edilir. Yuxarıda adları çəkilən üsullar geofiziki nəticələri qrafiki təsvir etmək üçün geofiziki axtarış işlərində geniş istifadə olunur.

VI Fəsil

BİRİNCİ HİSSƏ MAQNİT KƏŞFİYYATI

MAQNİT AXTARIŞLARININ NƏZƏRİ ƏSASLARI

§ 21. Əsas anlayış

Maqnit kəşfiyyatı üsulu Yer in maqnit sahəsinin və süxurların filiz yataqlarının maqnit xassəsinin öyrənilməsinə əsaslanmışdır. Maqnit sahəsi yüklü hissəciklərin qarşılıqlı təsiri zamanı, yaxud naqıldən keçən cərəyanın kompasın əqrəbinə təsiri ilə aşkar olunur.

Maqnit sahəsinin təsvir edən əsas vektorial kəmiyyət \vec{B} maqnit induksiya vektorudur. Maqnit induksiya vektorunun istiqaməti sahəyə gətirilmiş kompas əqrəbinin şimal qütbünə təsir edən qüvvənin istiqamətində yönəlir.

Maqnit induksiyasının ölçü vahidi beynəlxalq vahidlər sistemində BS tesladır (Tl), çöl ölçmələrində daha kiçik vahiddən nanotesla, (nTl) $1 nTl = 10^{-9} Tl$ istifadə olunur, çünki maqnit induksiyası mühitin xassələrindən asılıdır.

İkinci geniş yayılmış, bir çox mühidə müşahidə olunan maqnit sahəsinin təsvir edən kəmiyyət \vec{T} maqnit gərginliyidir. Bu kəmiyyət mühiti dəyişdirmədən (pozmadan) təsirini təsvir edir.

Beynəlxalq ölçü vahidlər sistemi BS –də maqnit gərginliyi vahidi Amper bölünsün metr (A/m), təcrübədə isə Ersted (E) milli ersted (mE) və daha kiçik ölçü vahidi qamma istifadə olunur: $1E = 1000 mE = 10^5 = 10^3(4\pi)$ bu vektorlar \vec{B} və \vec{T} vektorları aşağıdakı asılılıqla bir-biri ilə bağlıdırlar $\vec{B} = \mu \vec{T}$; μ mühitin nisbi maqnit nüfuzluğudur. Bu ölçü vahidi olmayan kəmiyyət mühitin tərkib və vəziyyətindən asılıdır, μ -nün qiyməti hava və su üçün vahiddir. ünk i çöl işləri həmin mühitlərdə aparılır. BS vahidlər sistemində $1nTl$ maqnit induksiyası 1 qamm maqnit sahəsinin gərginliyinə uyğun gəlir.

§22. Yer in maqnit sahəsi

Süxurların maqnit sahəsinə malik olmasından hələ çox qədim zamanlarda Çində insanlar öz məqsədləri üçün istifadə edirdilər. Bu, bizim eradan əvvəl VII—X əsrə təsadüf edir. Avropada isə maqnitlənmiş dəmir çubuğun şimal və cənub qütbə malik olması XII əsrdə aşkar olmuşdur. 1558-ci ildə Q.Pereqrin Almaniyada maqnit haqda məktub kitabını çapdan buraxdırdı. Birinci olaraq təklif etdi ki, maqnitlənmiş çubuğun şimal qütbə tərəf yönələn ucunu Yerin şimal qütbü, cənub tərəfə yönələn ucunu isə Yerin cənub qütbü adlandırsınlar. Eyni zamanda kompası təkmilləşdirdi, bu isə əsrin ən vacib ixtiralarından biri oldu.

Əvvəllər belə hesab edirdilər ki, kompasın əqrəbini şimala yönəldən Qütb ulduzunun cazibə qüvvəsidir. Sonralar məlum oldu ki, Yer kürəsinin bir çox hissəsində kompasın əqrəbi bu istiqamətdən ya şərqə, ya da qərbə doğru yerini dəyişir. Bundan başqa Avropada ikinci bir vacib kəşf olundu. Cavanlıqda mexanik işləmiş Qartman 1544-cü ildə Nyurinberqdə məlumat verdi ki, kompasın əqrəbinin şimal qütbü aşağı basılır. Bundan asılı olmayaraq 1576-cı ildə ingilis dənizçisi kompas ustası Norman eyni hadisəni müşahidə edərək Yerin cənub qütbündə kompasın əqrəbinin cənub qütbünün aşağıya basılmasını aşkar etmişdir. Bununla əlaqədar olaraq aşkar edildi ki, kompasın əqrəbinə maqnit sahəsi təsir edir, bu isə Yerin daxilində gizlənidir.

Bu kəşflərdən sonra İngilis Krallığının həkimi Qilbert 1600-cü ildə «maqnit, maqnit cisimi», «Yer böyük maqnit kimi» kitabını çapdan buraxdı. Qilbert təcrübə olaraq göstərdi ki, formasından asılı olmayaraq süni yaxud təbii maqnit həm şimal, həm də cənub qütbünə malikdir. Bu qütblər təklildə mövcud ola bilməz. Qilbert belə hesab edirdi ki, Yerin maqnit qütbü coğrafi qütblə üst-üstə düşür, lakin bu təsdiq edilmədi. Maqnit qütbü coğrafi qütbədən fərqlənir. Sonralar aşkar oldu ki, maqnit qütbü coğrafi qütbə ətrafında yerini dəyişir. Məlum oldu ki, maqnit sahəsinin çevrəsinin sərhədi mürəkkəb formaya malikdir. Nəhəng meduzanı xatırladır, başı maqnit qüvvə xətlərinin sıxlaşdığı hissəsinə uyğun gəlir və Günəşə tərəf

etməyə çalışırlar. Hal-hazırda bu nəzəriyyələr içərisində yeganə model Hidrodinamo modelidir ki, bunun köməyi ilə Yer in maqnit sahəsinin olmasını izah etmək olur. Bu nəzəriyyədə kiromaqnit effekt əsas rol oynayır. Bu effekt ondan ibarətdir ki, hər bir fırlanan cisim fırlanma oxu boyunca maqnitlənir. Bu sahə çox zəif sahədir. Yer in maqnit sahəsinin hissəsidir. Bu hipotezin köməyi ilə belə qəbul edilir ki, çox yüksək temperatura qədər qızmış Yer in nüvəsi fırlanma nəticəsində kiçik maqnit sahəsində burulğanlı elektrik sahəsi yaradır. Yaranmış burulğanlı elektrik cərəyanı və nüvədəki maddələrin yüksək temperatura malik olması həmin maddələri şaquli vəziyyətdə yuxarı hərəkətə gətirir. Bu hərəkət Yer in maqnit sahəsinin yaranmasına gətirib çıxarır. Bunu bir qədər ətraflı izah edək. Seysmik tədqiqatlar göstərir ki, Yer in nüvəsi Yer in həcmninin 1/8-ni təşkil edir, maddələr burada maye şəkildə yox, ifrat bərk cisim formasındadır. Bu maddələr böyük sıxlığa, yüksək elektrik keçiriciliyinə malikdir. Hesab etmək olar ki, nüvədə həmin metal fırlanma hərəkətində iştirak edərsə sürtünmə nəticəsində dairəvi burulğanlı elektrik cərəyanı yaradır. Digər tərəfdən məlumdur ki, maqnit sahəsində hərəkət edən elektrik keçiriciliyinə malik hissəciklər induksiya cərəyanı yaradır, beləliklə, bu induksiya cərəyanı əlavə maqnit sahəsi yaradır, bu yaranmış maqnit sahəsi indi mövcud olan maqnit sahəsini müəyyən edir.

Belə güman edilir ki, nüvədə maye keçirici maddələrin yavaş konvektiv hərəkəti də baş verir, bu da nüvədə radioaktiv elementlərin parçalanmasından alınan istiliyin hesabına ola bilər. Bunlardan başqa, belə fərziyyə də var ki, Yer in daxilində termoelektrik cərəyanı axır, bunu yaradan səbəb isə Yer in qütblərində və nüvəsində olan temperatur fərqlərindən irəli gəlir. Bu temperatur fərqi elə bil mantiya ilə nüvə arasında termocüt yaradır.

Yer in maqnit sahəsi kimi sabit maqnitin sahəsi yaxud Yer in mərkəzində yerləşdirilmiş dipolun iki qütbü mövcuddur ki, buna Yer in maqnit qütbləri deyilir. Şimal maqnit qütbü mənfi maqnitizmə malikdir. Cənub qütbü isə müsbət maqnitizmə malikdir. Ona görə də maqnit qüvvə xətləri cənub qütbdən çıxıb şimal qütbə daxil

arasıkəsilmədən yerə elektron proton seli axır. Yer in maqnit sahəsi bu yüklü hissəciklərin qarşısında bir maniyəyə çevrilir, bu hissəciklər maqnit sahəsinə düşərək oradan çıx a bilmir. Peyk və raketlərdən alınan məlumatlara görə bu hissəciklər yer in maqnit sahəsi ətrafında hədsiz böyük sahə yaradır. Bu yüklü hissəciklər maqnit sahəsində spiralvari maqnit qüvvə xətləri istiqamətində bir qütblə digər qütb arasında hərəkət edir. Yer in maqnit sahəsində yaranan bu radioaktiv sahə heç bir təhlükəyə malik deyil, ancaq bu zona peyklər, raketlər və kosmik gəmilər üçün ciddi maneələr yaradır. Peyk və raketlərlə iki radioaktiv qütb aşkar edilib, yerdən uzaqlaşdıqca radioaktiv zonanın intensivliyi əvvəlcə 100 dəfələrlə artır, özünün ən böyük qiymətinə 25000 km məsafədə çatır və sonra isə azalmağa başlayır. Yer səthidən 10 Yer radiusu məsafəsində (63700km) radioaktivlik sabit səviyyəyə çatır. Axırda qeyd etmək lazımdır ki, Yer in maqnit sahəsinin öyrənilməsi və onun nəzəriyyəsinin işlənilib hazırlanması təkcə faydalı qazıntıların axtarışı üçün deyil, bütün bəşəriyyət üçün əhəmiyyət kəsb edir. Çünki Yer in maqnit sahəsi olmasa, kosmosdan gələn şüaların qabağını almaq mümkün olmazdı, bu da bəşəriyyətin məhvinə səbəb olardı.

§23. Yer in maqnit sahəsinin elementləri

Yer in ümumi maqnit sahəsi yer kürəsinin istənilən nöqtəsində gərginlik vektoru T ilə təsvir olunur. T -nin qiyməti və istiqaməti həmişə dəyişir. Qütblərdə T vektoru (şəkil 31) Yer in ekvatoruna perpendikulyardır, ekvekvatorda isə şaquli istiqamətdə yönəlir, qütblərdən ekvatora kimi yavaş-yavaş düzəlirlər. T vektorunun istiqamətini maqnit qüvvə xətlərinə toxunan çəkməklə təyin etmək olur. Keçmiş SSRİ-nin ərazisində T vektoru yer səthinə düz bucaq altında yönəlir. Yer in maqnit sahəsinin öyrənilməsində şərtləşilib ki, vahid düzbucaqlı koordinat sistemindən X, Y, Z istifadə olunsun. Hansı ki X, Y oxları üfüqi (X oxu şimala yönəlib, Y oxu isə şərqə), Z oxu isə şaquli yönəlib (Yer in mərkəzinə doğru). Tam vektor T yer səthinin çox nöqtələrində heç bir oxla üst-üstə düşmür (şəkil 31). T vektorunun şaquli müstəviyə proyeksiyasına şaquli hissəsi

(komponenti) deyilir və böyük Z hərfi ilə işarə edirlər, üfüqi müstəvi üzərinə proyeksiyasına isə üfüqi hissəsi (komponenti) deyilir və böyük H hərfi ilə işarə edilir. N vektoru maqnit meridiani müstəvisində yerləşir. H vektorunu x və u oxu üzrə iki komponentə ayırırlar. Ayrılan komponentlərə şimal və şərq komponentləri deyilir, böyük X və U hərfləri ilə işarə edilir.

Coğrafi şimal qütbü (x) ilə maqnit şimal qütbü H arasındakı bucağa maqnit meyilliyi deyilir və böyük D hərfi ilə işarə olunur və aşağıdakı düstürlə təyin edilir.

$X = H \cos D$: T vektoru ilə H vektoru arasındakı bucağa əyimlik bucağı deyilir və J hərfi ilə işarə olunur.

$$H = T \cos J$$

Parametrlər arasında olan asılılıqlar aşağıdakı kimidir. $Y = H \sin D$;
 $Z = T \sin J$

$$\operatorname{tg} D = \frac{Y}{X}; \sin J = \frac{Z}{T}; T^2 = H^2 + Z^2 = X^2 + Y^2 + Z^2;$$

$$H^2 = X^2 + Y^2;$$

Bu kəmiyyətlərə Yer in maqnit sahəsinin elementləri deyilir. Bu üç kəmiyyəti təyin etməklə Yer in tam vektorunu və əksinə, tam vektoru təyin etməklə bu üç komponenti təyin etmək olar.

Yer in maqnit sahəsinin qiymətinin şimal-cənub xətti boyunca 1 km məsafədə dəyişməsinə normal maqnit qradienti deyilir. Şimal qütbədən ekvatora qədər olan məsafə 10.000 km-dir. T vektorunun normal qradienti $T = (6 \cdot 10^4) - (3 \cdot 10^4) 10000 = 3nTl$. Z vektoru qütbədə T vektoruna bərabərdir, $T = 6 \cdot 10^4 nTl$ ekvekvatorda isə $Z = 0$ olur, ona görə də normal maqnit qradientinin qiyməti $Z = 5nTl$ təşkil edir. H vektoru qütbədə sıfır, ekvatora isə tam vektorun qiymətinə bərabərdir.

$$H = T = (3 \cdot 10^4) - (4 \cdot 10^4)$$

beləliklə, H komponentinin dəyişməsi 3-4 nTl təşkil edir.

§ 24. Yer in normal və anomal maqnit sahəsi

Yer in maqnit sahəsinin gərginliyinin uzun müddət təyini göstərdi ki, bu kəmiyyət çox mürəkkəb xarakterə malikdir. Yer in mərkəzində

yaranan sahə nüvədə axan elektrik cərəyanı ilə əlaqədardır, buna dipol sahəsi deyilir və T_g kimi işarə olunur. Hər bir quru ərazi müxtəlif süxurlardan ibarətdir və əlavə olaraq maqnit sahəsi yaradır. Bunu T_m kimi işarə edirlər. Yer kürəsinin quru ərazilərində böyük geoloji qurumlar (intruziyalar, filizlər) əlavə maqnit sahəsi yaradırlar. Buna regional sahə deyilir və T_r kimi işarə edilir. Kiçik filiz birləşmələri isə yerli maqnit sahəsi yaradır, T_j kimi işarə edilir. Tam maqnit sahəsi isə bu maqnit sahələrinin cəminə bərabərdir.

$$T = T_g + T_m + T_r + T_c$$

Dipol sahəsi və materikin (quru ərazilərin) yaratdığı sahə ($T_g + T_m$) Yerin daxilində gedən proseslər hesabına yaranan sahələrdir, yəni bu sahənin mənbəyi Yerin daxilində yerləşib. Keçmiş SSRİ-nin ərazisi bir quru materikdə yerləşir və ($T_g + T_j$) vektorlarının cəmi demək olar ki, eynidir. Buna normal maqnit sahəsi deyilir və $T_0 = T_g + T_m$ kimi işarə olunur. ($T_r + T_j$) Vektorların cəmi ərazinin geoloji quruluşundan asılıdır və bütün məntəqələrdə müxtəlifdir, buna anomal maqnit sahəsi deyilir və $T_a = T_r + T_j$ kimi işarə edilir. Bu sahə maqnit kəşfiyyatı üsulunun əsas tədqiqat hədəfidir. Anomal maqnit sahəsinin qiymətini təyin etmək üçün tam maqnit sahəsindən normal maqnit sahəsinin yaratdığı qiyməti çıxmaq lazımdır.

$$T_a = T - T_0$$

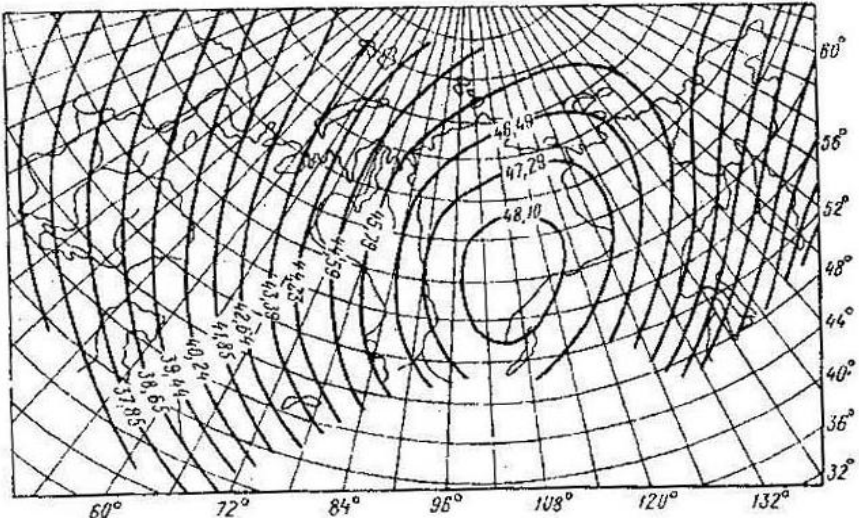
Qeyd etmək lazımdır ki, maqnit kəşfiyyatı işlərində istifadə edilən normal sahənin qiyməti məfhumu nisbi xarakter daşıyır, çünki hər bir anomal maqnit sahəsi geoloji məsələdən asılı olaraq özünəməxsus normal sahənin səviyyəsi ilə təsvir olunur.

Misal. Böyük kütləli intruziv çökmə süxurların yaratdığı sahə içərisində yerləşir və böyük maqnit sahəsinə malik olan dayka ilə kəsilir. Əgər maqnit planalması qarşıya məsələ qoyulsa ki, intruziyanın geoloji xəritəsi alınsın, belə olan halda normal maqnit sahəsinin qiyməti kimi çökmə süxur üzərində yaranan maqnit sahəsinin qiyməti götürülür. Daykanın axtarılması işində isə normal sahə kimi intruziya üzərindəki sahənin qiyməti götürülür. Onda T_0 vektorun modulu yox, bəzi nəzarət məntəqələrində təyin olunan

hesabı qiymətdir ki, bütün ölçmələr buna nəzərən aparılır. Maqnit planalmanın nəticəsi müşahidə məntəqəsində maqnit sahəsinin dəyişməsinin normal maqnit sahəsi üzərində qiymətini göstərir $\Delta T = T - T_0$ belə ki, $T_a = \Delta T$ -yə bərabər deyil. Təcrübədə başqa həll olmadığından hesab edirlər ki, $\Delta T \approx T_a$.

Bəzi hallarda maqnit kəşfiyyatı işlərində maqnit sahəsinin şaquli komponentinin dəyişməsinin qiymətini hesablayırlar $\Delta Z = Z - Z_0$. Axır vaxtlar yerin maqnit gərginliyinin tam vektorunu T , yaxud da maqnit induksiyası B -nin cihazlarla təyini geniş vüsət almışdır. Z_0 və T_0 vektorların qiymətləri normal maqnit sahəsi xəritəsindən götürülür. Z və T cihazla ölçülür. Hər bir müşahidə məntəqəsində D , I , H -in mütləq qiymətləri ölçülür, qalan elementlər isə yuxarıda verilən düsturlarla təyin edilir. Ərazi üçün normal sahənin xəritəsi alınan (ölçülən) qiymətlərin orta qiymətini tapmaqla qurulur; belə işlər hər 5 ildən bir vaxtaşırı aparılır, T_0 vektorunun xəritəsi 32-cu şəkildə verilmişdir.

Maqnit kəşfiyyatı zamanı normal maqnit sahəsinin xəritəsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.



Şəkil 32. 1950 -ci illər üçün T_0 normal sahənin xəritəsi. (Am) lərlə.

1. Çöl işlərində istifadə edilən cihazları nizamlamaq üçün

2. Normal gradientin təsirinə düzəliş vermək üçün
3. Müxtəlif ərazilərdə təyin edilən maqnit sahəsinin qiymətini vahid səviyyəyə gətirmək üçün və s.

§25. Yer in maqnit sahəsinin variyasiyası

Uzun müddət bir müşahidə məntəqəsində Yer in maqnit sahəsinin öyrənilməsi göstərdi ki, Yer in maqnit sahəsi sabit qalmır, vaxtdan asılı olaraq dəyişir. Bu hadisəni öyrənmək üçün bizim respublikada da xüsusi xidmət idarəsi var ki, aramsız olaraq maqnit sahəsinin gərginliyinin dəyişməsi yazılır, buna maqnit observatoriyası deyilir. Maqnit sahəsinin bir müşahidə məntəqəsində zamana görə dəyişməsinə maqnit variyasiyası deyilir. Variasiyalar dövrü və qeyri-dövrü olur. Dövrü variyasiya müəyyən vaxt ərzində maqnit sahəsinin dəyişməsinin tam başa çatmaq siklinə deyilir və sutkalıq, illik, əsrlik olur. Dövrü olmayan variyasiya yoxdur. Maqnit burulğanlılıq müəyyən dövrə malik deyil, bir neçə saatdan 2-3 sutkaya kimi davam edə bilər. Sutkalıq, illik variyasiyalar və maqnit burulğanlılığı Günəşdən gələn şüalanmaların hesabına baş verir. Əsrlik variyasiyanı isə Yer in daxilində gedən proseslərlə bağlayırlar.

Maqnit kəşfiyyat işləri apardıqda variyasiya maneələrə çevrilir. Xüsusilə sutkalıq variyasiya və maqnit burulğanlılığı çox maneə törədir, çünki bunların dövrü çox kiçik, sahəsinin qiyməti isə çox böyükdür, sutkalıq variyasiya 50 nTl, maqnit burulğanlılığı isə bir neçə yüz nTl-ya çatır. Bu maneədən qurtarmaq üçün çöl işləri aparılan ərazidə Geofiziki partiyalarda xüsusi cihazlar qoyulur ki, bu variyasiyaların qiymətini bütün gün ərzində yazır.

§ 26. Süxurların maqnit xassəsi haqda ümumi məlumat

Bütün süxurlar maqnit sahəsinə gətirildikdə müxtəlif cür maqnitlənir, belə ki, maqmatik, metamorfik və çökmə süxurları müxtəlif maqnit xassələrinə malikdirlər. Süxurların maqnit xassəsini təsvir edən kəmiyyətlərdən biri maqnit qavrayıcılığıdır. χ qiyməti süxurun maqnit sahəsində maqnitlənmə qabiliyyətinin çox və az

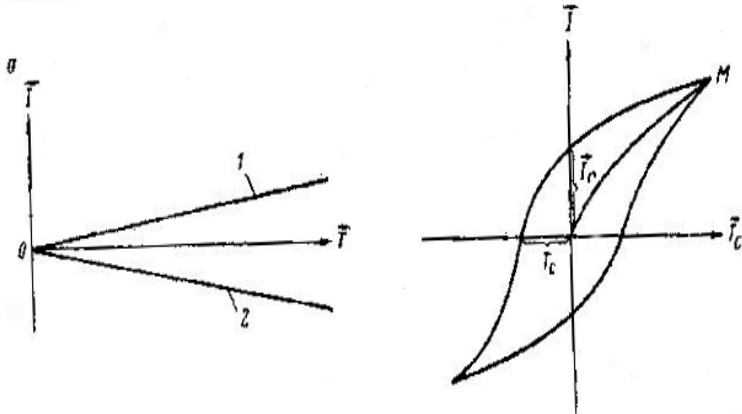
olmasını göstərir. Çünki süxurların tərkibi müxtəlifdir, buna görə də müxtəlif qavrayıcılığa malikdir və eyni bir maqnit sahəsində müxtəlif maqnitlənməyə malikdir.

χ -nın qiymətinə görə bütün minerallar üç qrupa bölünür: diamagnetlər, paramagnetlər və ferromagnetlər.

Diamagnet minerallar (vismut, mis, qızıl, gümüş, almaz, qurğuşun, kvars, kips və s.) ən kiçik maqnit qavrayıcılığına malikdir. $\chi < 0$, adətən $(1-2) \cdot 10^{-5}$ BS vahidi. Belə minerallar maqnit anomalıyası yarada bilməzlər.

Paramagnet minerallar (platin, qranat, turmalin, müskovit və s.) maqnit qavrayıcılığına malikdir. $\chi > 0$, $(20-19) \cdot 10^{-5}$ BS vahidləri hüdudunda dəyişir. Bu mineralların külli miqdarda bir yerə toplanması bir neçə nanotesla anomaliya yarada bilər.

Paramagnet və diamagnet mineralların maqnitlənməsi I xarici maqnit sahəsinin gərginliyi ilə düz mütənasibdir, yəni maqnit sahəsinin gərginliyi artdıqca maqnitlənmə də artır və əksinə (şəkil 33). Bu mineralları maqnit sahəsindən çıxardıqdan sonra minerallar maqnitliyini itirir. Belə ki, bu maqnitlənməyə induktiv maqnitlənmə deyilir, yəni xarici sahənin hesabına yaranan sahədir. Bu I_1 kimi işarə olunur. İnduktiv maqnitlənmə ilə onu yaradan sahə arasında aşağıdakı əlaqə mövcuddur.



Şəkil 33.Maqnitlənmənin intensivliyinin maqnit sahəsinin gərginliyin asılılığı.a-paramaqnit (1), diamaqnit (2), b-ferromaqnit minerallar.

Ferromaqnit minerallar böyük maqnit qavrayıcılığına malikdir $\chi \gg 0$ (maqnitit, magsmit 4-dən 25 BS vahidləri, titanomaqnitit 10^{-5} -dən 25 BS vahidləri, pirrotin isə 10^{-2} -dən 10^{-1} BS vahidləri hududunda dəyişir).

Ferromaqnit minerallar üçün xarici maqnit sahəsinin təsirindən maqnitlənmə prosesi mürəkkəb əyri ilə təsvir olunur, buna qisterezis əyrisi deyilir (şəkil 10b). Bu əyri göstərir ki, xarici maqnit sahəsinin gərginliyi T artdıqca maqnitlənmə əvvəlcə çox tez artır, sonra yavaşmağa başlayır və nəhayət, mineral doyma halına çatır M nöqtəsi əgər sahəni $T - ni$ yavaş-yavaş azaltmağa başladıqda I azalmağa başlayır. Bu azalma maqnitlənmə prosesindən yavaş gedir. $T=0$ olanda maqnitlənmə tam yox olmur, bir qədər qalıq maqnitlənməyə malik olur I_r . Əgər biz cismi tam maqnitləndirmək istəsək, yəni $I_r=0$, onda biz cismə əvvəl verdiyimiz maqnit sahəsinin əks istiqamətində sahə ilə təsir etməliyik $-T_s$ buna koerstiv qüvvə deyilir.

Təbiətdə çoxlu süxurlara rast gəlinir ki, onlar qalıq maqnitlənməyə I_r malikdir. Bu maqnitlənmə qədim zamanlarda Yer in maqnit sahəsində əmələ gəlmişdir. Belə maqnitlənmə yerdə gedən bəzi fiziki və kimyəvi proseslər nəticəsində baş verir. Ferromaqnit mineralların yüksək qalıq maqnitlənməsini saxlamaq qabiliyyətinə malik olmasıdır. Süxurlarda bir neçə (növl) qalıq maqnitlənmə ayrılır: temperatur, kimyəvi, yaxud kristallaşma, yazki, dinamik və s. Süxurlar eyni zamanda müxtəlif (növl) maqnitliyə malik olurlar. Bu maqnitlənmənin vektorlar cəminə təbii qalıq maqnitlənmə deyilir və I_n kimi işarə edilir.

Yer in indi mövcud olan maqnit sahəsinin təsiri ilə bütün süxurlar əlavə olaraq induktiv qalıq I_i maqnitlənmə əldə edir. Belə olan halda, süxurlar bütün bu maqnitlənmələrindən cəm maqnitlənmələrdən əldə edir.

$$I = I_n + I_i = I_n + \chi T.$$

İstiqaməti T vektorunun istiqaməti ilə təyin olunur, I_r vektorunun istiqaməti isə müxtəlif ola bilər, çünki bu bir çox amillərdən asılıdır. I_n vektoru çox vaxt T vektorunun əksinə yönəlir (əks qütb), nəticədə filiz yataqları üzərində əks anomaliya müşahidə olunur. I_n vektorunun istiqaməti maqnit anomaliyası üzərində alınan əyrinin formasını dəyişir, ona görə də maqnit xəritələrini təhlil etdikdə bunu mütləq nəzərə almaq lazımdır. Bu məqsədlə çöl işləri dövrü anomaliya aşkar edilən ərazidən nümunələr götürülür və laboratoriyada həmin süxurların maqnit xassələri öyrənilir.

Ferromaqnit mineralların özünəməxsus xüsusiyyətləri var. Maqnit qavrayıcılığı temperaturdan asılıdır. Ferromaqnit minerallarda temperatur artdıqca χ kəskin artmağa başlayır, Bu artma müəyyən temperatura qədər davam edir, Buna Kuri nöqtəsi deyilir. Əgər temperaturu Kuri nöqtəsindən yuxarı artırısaq, ferromaqnit öz maqnitliyini itirib paramaqnetikə çevrilir. Ferromaqnit minerallar müxtəlif Kuri nöqtəsinə malikdir. Maqnetit—585°S, Pirrotin—325°S, Maggemit - 675°S, Titanomaqnetit 100°-dən 450°S kimi dəyişir, titanomaqnetitin belə geniş intervalda Kuri nöqtəsinə malik olması mineralın tərkibində titanın miqdarından asılıdır. Titanın miqdarı artdıqda Kuri nöqtəsi azalır və yaxud əksinə, artmağa başlayır.

Süxurların maqnit xassəsi süxurun tərkibində olan kimyəvi elementlərin və mineralların tərkibindən, quruluşundan, dia, para və ferromaqnit mineralların nisbətindən və miqdarından asılıdır.

D.L.Berdeutski tərəfindən təklif olunub ki, istehsal sahələrində süxurları maqnit qavrayıcılığına görə aşağıdakı qruplara ayırınsınlar: 1 heç bir maqnitliyi olmayan, $\chi < 10^{-5}$ Sİ vahidi (əsasən çökmə süxurlar).

2. Çox zəif maqnitliyə malik olan süxurlar $\chi = (50-100) 10^{-5}$ BS vahidi (çökmə süxurların bir hissəsi, metamorfik, dəyişmiş və turş maqmatik süxurlar). 3. Zəif maqnitliyə malik olan süxurlar $\chi = (50-1000) 10^{-5}$ BS vahidi (çökmə, maqmatik, və metamorfik süxurların bir hissəsi). 4. Maqnitli süxurlar $\chi = (50-5000) 10^{-5}$ BS vahidi (maqmatik və metamorfik süxurların bir hissəsi). 5. Güclü maqnitliyə malik süxurlar $\chi > 5000 \cdot 10^{-5}$ BS vahidi (metamorfik, maqmatik əsası və ultra

əsası süxurlar). Misal üçün cədvəldə süxurların maqnit qavrayıcılığının qiymətləri verilmişdir (cədvəl 3). Bunların orta qiymətləri § 4-də verilən üsulla hesablanıb.

Süxurların maqnit xassələrini öyrənmək üçün kəsilişlərdən dağ mədən işləri aparılan yerdən və quyulardan çıxan süxurlardan nümunə götürülür. Süxurlarda dəyişmə əlaməti olmamalıdır, çünki aşınma ilk növbədə filiz minerallarında gedir. Süxurların paleo-maqnit xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün xüsusi üsulla istqamətlənmiş nümunələr götürülür və laboratoriya şəraitində xüsusi cihazlarla: maqnit qavrayıcılığını ölçən İMƏ-2, qalıq maqnitlənməni ölçən MA-21, İON-1 geniş istifadə olunur. KT-5, PAM-Çİ, İCR-4, KL-2 keçmiş Çexoslovakiya respublikasında buraxılıb.

§ 27. Maqnit anomaliyaları ilə geoloji qurumlar arasında əlaqə

Yer səthinin müxtəlif nöqtələrində maqnit sahəsinin təsiri eyni deyildir. Elə ərazilər var ki, orada maqnit sahəsinin təsiri qonşu əraziyə nisbətən çoxdur. Belə rayonlar maqnit anomaliya rayonları adlanır. Məsələn, bizim respublikada Daşkəsən, Rusiyada Ural dağı ərazisində Krivo Roq, Kursk və Odessanın yaxınlığı və Sibirin bir çox ərazisi buna misal ola bilər. Maqnit anomaliyalarının yaranmasında əsas səbəb süxurların içərisində yerləşən, maqnitliyinə görə əsas süxurdan fərqli olan geoloji qurumlardır (çisimlərdir və ya birləşmələrdir).

Anomaliyaları əsasən vulkanogen və metamorfikləşmiş süxurlar və dəmir filizi əmələ gətirir. Süxurun tərkibində nə qədər ferromaqnit mineralın miqdarı çox olarsa, onun maqnit qavrayıcılığı χ və maqnitliyi I_n bir o qədər çox olar. Maqnit anomaliyasının qiyməti maqnitlənmənin qiyməti ilə aşağıdakı kimi asılılığa malikdir.

$$Z=2\pi I \quad I=I_n=I_i$$

Beləliklə, demək olar ki, süxurun maqnit xassəsinin dəyişməsindən asılı olaraq anomaliya üzərində yaranan maqnit sahəsinin gərginliyinin qiyməti dəyişir. Çox hallarda vulkanogen (bazalt, diabaz) və metamorfik (dəmirli kvars və s.) süxurların tərkibində çoxlu miqdarda ferromaqnit minerallar (maqnetit) olur .

Bələ süxurlar, bir qayda olaraq, maqnit sahəsinin güçlənməsinə səbəb olur, yəni maqnit anomaliyası yaradır. Çökmə süxurlar zəif maqnitliyə malikdir, çünki onların tərkibində ferromaqnit mineralların miqdarı az olur. Bu süxurlar üzərində yaranan maqnit sahəsi normal sahənin qiymətinə bərabər olur (bax §12). Ən böyük anomaliyanı yaradan dəmir filizidir. Bələliklə, maqnit anomaliyasının qiymətinə görə ərazidə əmələ gələn süxur haqda məlumat vermək olar. Süxurların maqnitlənmə qabiliyyətinə görə böyük müxtəlifliyə malik olması imkan verir ki, maqnit kəşfiyyatı üsulunun köməyi ilə müxtəlif maqnit xassəsinə malik olan süxurların sərhədlərini geoloji planalmada izləmək olsun. Hər hansı bir yeraltı qatlarda (laylarda) tektonik pozulmalar böyük maqnitliyə malik olan süxurları əhatə edirsə (qalxma və yaxud sürüşmə), bu proses özünəməxsus maqnit anomalyası ilə əlaqələnin, bunun köməyi ilə qırımın istiqamətini və amplitudasını təyin etmək olur. Qırılmış zonalarda damar formada filiz yatağı əmələ gəlir ki, maqnitliyinə görə çox yaxşı seçilir, bu isə damarlarda böyük maqnitli mineralların toplanması ilə əlaqədardır. Bu hərəit qırılmalarla səciyyələnən əraziləri xəritəyə (plan) alanda geniş istifadə olunur ki, bunun köməyi ilə həmin zonalarda faydalı qazıntıların axtarışına şərait yaradır. Maqnit anomaliyasının əmələ gəlməsində axtarılan hədəfin maqnitliyinin mütləq qiyməti yox, mühitin maqnitliyinin intensivliyi və axtarılan filizin maqnitlik intensivliyinin təyini həlledici rol oynayır. Məlum bir məsələ duz günbəzlərinin aşkar edilməsi və onun ölçülərinin sərhədlərinin təyin edilməsi ümumi maqnitliyin artdığı bir şəraitdə hədəfin maqnitliyinin azalması bir qanunauyğunluq təşkil edir, belə hallarda $\chi=0$ olur. Geofiziklər və geoloqlar maqnit xəritələrində maqnit anomalyalarını təhlil edərək süxurların hansı dərinlikdə olduğunu, hədəfin formasını, ölçülərini, tərkibini inamla təyin edə bilirlər.

§ 28. Paleomaqnetizm

Yerin maqnit sahəsinin birbaşa ölçülməsi işlərinə demək olar ki, 400 il bundan qabaq başlanılıb. Geoloji keçmişdə və Yerin qədim

tarixi haqda məlumatı müxtəlif süxurlarda təbii qalıq maqnitlənmə vektorunun qiymət və istiqamətini təyin etməklə almaq mümkündür. Süxurlarda təyin olunan təbii qalıq maqnitlənmənin istiqaməti demək olar ki, süxurlar əmələ gəldikdə Yerın mövcud olduğu maqnit sahəsinin istiqaməti ilə eynidir.

Paleomaqnit tədqiqatlar üçün kəsilişlərdən heç bir dəyişikliyə məruz qalmayan süxurlardan istiqamətli nümunələr götürülür. Süxurun dəyişməyə məruz qalmayan hissəsində kompasla Şimal-Cənub xətti qeyd olunur və sonra layın horizontal uzanması qeyd edilir və sonra çəkiclə bu hissə laydan qoparılır. Sonra laboratoriyada bundan nümunələr düzəldilir, orada koordinat oxları qeyd edilir X, Y, Z. X oxu Ş-C xətti istiqamətində yönəlir, Y horizontal oxu uzrə şərqə, Z oxu isə şaquli XY müstəvisinə perpendikulyar yönəlir. Sonra maqnitometrlerin köməyi ilə bu oxlar uzrə ölçmə işləri aparılır və riyazi hesablamalarla təbii qalıq maqnitlənmə vektorunun qiyməti və istiqaməti təyin edilir, bu isə süxur əmələ gəldiyi dövrdə Yerın maqnit meridianının istiqamətini və həmin dövrdə qədim en dairənin yerləşdiyi yeri göstərir. Bu təyin edilən qiymətlərlə Yerın qədim maqnit sahəsinin şimal qütbünün olduğu yer təyin edilir, Çoxlu xarici və Azərbaycan alimlərinin tədqiqatları ilə müəyyən olub ki, maqnit qütbü həmişə Yerini dəyişmişdir. Maqnit qütbünün ən böyük yerdəyişməsi üst protrezoydan indiki dövrə qədər olmuşdur. Belə ki, 750 milyon il bundan əvvəl şimal qütbü ekvekvatorda olmuş, sonra isə hərəkət edib indiki şimal qütbünə gəlib çıxıb. Buradan alimlər belə nəticəyə gəliblər ki, həmin dövrdə kontinentlər də sabit qalmayıblar, onlar da bir-birinə nisbətən və zaman etibarını ilə yerlərini dəyişmişlər. İlk dəfə olaraq 1924-cü ildə A. Veqener qitələrin dreyfi nəzəriyyəsini irəli sürdü. Paleomaqnit tədqiqatlar bir çox alimləri bu nəzəriyyəyə qayıtmağa məcbur etdi.

Paleomaqnit tədqiqatlarla alimlər təsdiq etdilər ki, Yerın maqnit sahəsi geoloji yaşından asılı olmayaraq sıçrayışla (bir-dən-birə) 180° öz istiqamətini dəyişir. Bu hadisəni sadəcə olaraq aydınlaşdırmaq olar ki, Yerın maqnit sahəsi bir çox dəfə öz

istiqamətini dəyişmişdir, bu da Yerin daxilində gedən fiziki proseslərin nəticəsi kimi qəbul edilib, yəni inversiya edib.

Hal-hazırda şimal maqnit qütübü aşağıdakı koordinatlara malikdir, 76° ş.e.d. və 96° c.u.d. Maqnit oxu ilə Yerin fırlanma oxu arasında olan fərq $11,5^{\circ}$ -dir.

Paleomaqnit tədqiqatlar bir çox geoloji məsələlərin həllində tədqiqat aparılan ərazidə süxurların yaşının təyininə və ərazidə baş verən tektonik hərəkətlərin xarakterinin müəyyən edilməsində böyük rol oynayır. Əgər tədqiqat zamanı bir laydan götürülən süxurda qalıq maqnitlənmənin istiqaməti yaxınlıqda yerləşən laydakı qalıq maqnitlənmənin istiqamətindən fərqlənirsə, demək, biz bu süxurlarda hansı yer dəyişmə baş verdiyini müəyyən edə bilərik.

VII Fəsil

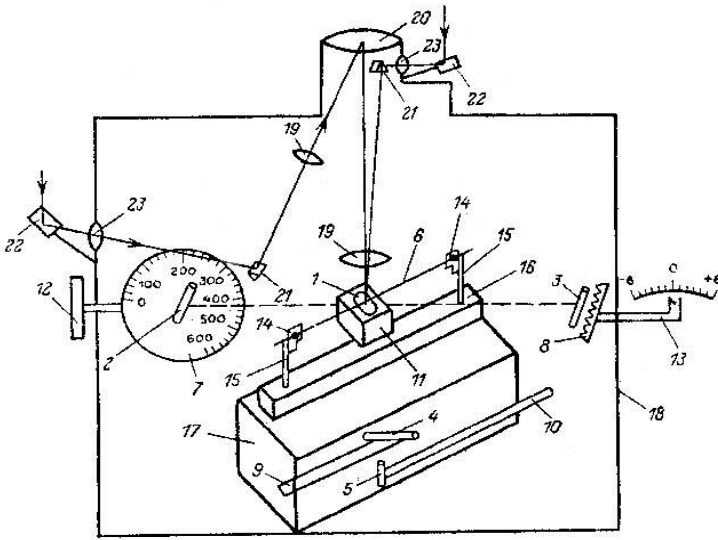
MAQNİT KƏŞFİYYATI CİHAZLARI

VƏ ÖLÇMƏ QAYDALARI

Hal-hazırda maqnit kəşfiyyatı işlərində maqnit sahəsinin gərginliyini və maqnit induksiyasını təyin etmək üçün müxtəlif tip cihazlardan istifadə olunur: 1. Optik mexaniki cihazlar

(M-27, M-27m, MBS və s.), bu cihazlarda maqnit sistemi sabit maqnitlərdən ibarətdir. 2. Ferrozondlu aeromaqnitometrələr və dəniz maqnitometri. Bu cihazlarda maqnit sistemi permaloy nüvəli iki həyəcanlanma dolağından ibarətdir ki, ümumi ölçmə sarğısında yerləşdirilib. 3. Proton (MMP-203, MMS-214, SKAT-77) maqnitometrələri. 4. Kvant maqnitometrələri (M-33, KAM-28, MM-305) atomun optik istiqamətlənməsinə əsaslanıb.

İndi çox geniş yayılmış və istifadədə olan maqnit axtarışı cihazına baxaq.



Şəkil 34. M-27 maqnitometrın prinsiplial sxemi.

§29. Maqnitometr M-27

Maqnitometr M-27 Yerın maqnit sahəsinin şaquli hissəsinin dəyişməsinı $\Delta\Theta$ -i ölçən bir cihazdır. Bu, üç blokdan ibarətdir: maqnitometrın özü, üç ayaq və bussol. Əsas blok maqnitometrdir ki, burada maqnit sistemi və optika yerləşdirilib.

M-27-nin maqnit sistemi 5 sabit maqnitdən ibarətdir və vikallondan hazırlanıb (şəkil 34).

1. Maqnit indikatoru güzgü ilə birlikdə üfüqi metal sapla tarım bağlıdır, öz oxu ətrafında sərbəst fırlana bilər. Müşahidə məntəqəsində maqnit sahəsinin təsirinə ΔZ -ə mütənəşib olaraq müəyyən bucaq qədər dönmür. ΔZ -in qiymətini təyin etmək üçün bu dönmə bucağını əvvəlki müvazinətinə qaytarmaq lazımdır. Bunu etmək üçün cihazda iki müvazinətləşdirici maqnit nəzərdə tutulub. Rahat müvazinətə kətirmək üçün olan maqnit 2, maqnit indikatorunun

yanında üzərində 600 bölgüsü olan şkalaya 7 tərpənməz bərkidilmişdir. Bir bölgünün qiyməti $E_z = 10 \pm 0,05$ nTl bölgü. Rahat müvazinətə gətirmə maqnitinin köməyi ilə 6000 nTl maqnit sahəsinə malik olan sahələrdə ölçülər aparmaq olar.

Pilləli müvazinətə gətirmə, maqnit indikator maqnitin əks tərəfində yerləşdirilmişdir. Bu maqnit dişli ötürücü vasitəsi 8 ilə müəyən bucaq qədər fırlanır, ona görə də sahə pilləli şkala ilə ölçülür. Bu maqnit 12 (± 6) pillədən ibarətdir. Hər bir pillədə sahə 5000-dən 6000 nTl qədər dəyişir ki, bu ölçmə diapazonunu ± 36000 nTl qədər genişləndirir.

Temperaturu tənzimləyən maqnit 4, bimetalik lövhəciyə 9, bərkidilib bu cihazın temperatur əmsalını nizamlamaq üçündür. Cihazı yustirovka etmək üçün olan maqnit 5, temperatur nizamlama maqnitin hərəkəti zamanı yaranan sahəni tarazlaşdırmaq üçündür, o, metal çubuğa 10, bərkidilib.

Metalik sapı qırılmaqdan qorumaq üçün mis stol demfir və tutaçaq düzəldirilərək cişazın xaricinə çıxarılıb və iki vəziyyətdə dayana bilir: 1. Maqnit sistemi bağlıdır, cişaz işləmir. 2. Maqnit sistemi açıqdır, cihaz işləyir. Rahat müvazinətə gətirmək üçün olan maqnit 12, və pilləli maqnitin 13, dəstəyi cihazın xaricinə çıxarılıb. Maqnit indikatorunu saxlayan metal sap qulaqcıqlara keçirilir, qulaqcıq elastiki lövhədən 14, ibarətdir və metal çubuqlara bərkidilib, çubuqlar isə metal dördyanlı metal dirəkciyə 16, bərkidilib, dirəkciyə isə cihazın əsasına 17, bərkidilib. M-27 maqnitometrinin bütün hissələri metal maqnitliyə malik olmayan qutunun içərisində yerləşdirilib 18. Cihazın optik hissəsi onun üstündə iki obyektivdən 19, okulyardan 20, iki prizmadan 21, işıqlandırıcı küzküdə 22, işıq düşməsi üçün pəncərədən 23, ibarətdir. Çöl jurnalında cihazın köstərđyi qiymətdən başqa vaxt və havanın temperaturu qeyd olunur. Cihaz üç ayağın üstünə bərkidilir və onun üzərində öz oxu ətrafında fırlana bilir. Bir məntəqədən digərinə keçəndə cihaz üç ayağın üstündən açılmır.

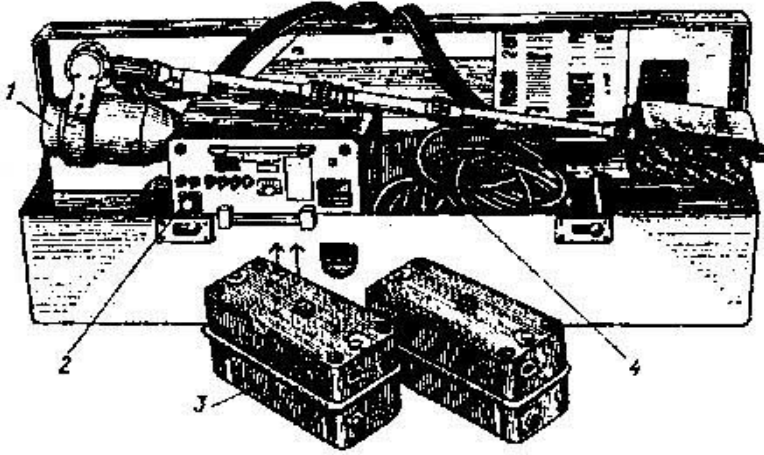
Şkalanın bir bölgüsünün qiyməti və temperatur əmsalı çöl işi başlayana qədər hamısı təyin olunur.

Şaquli sahənin tərkib hissəsinin dəyişməsi aşağıdakı düstür vasitəsilə təyin edilir: $\Delta Z = S(n - n_0)$, burada şkalanın bir bölgüsünün qiyməti, n müşahidə məntəqəsində ölçülən (təyin olunan) qiymət, n_0 isə nəzarət məntəqəsində təyin olunan qiymətidir.

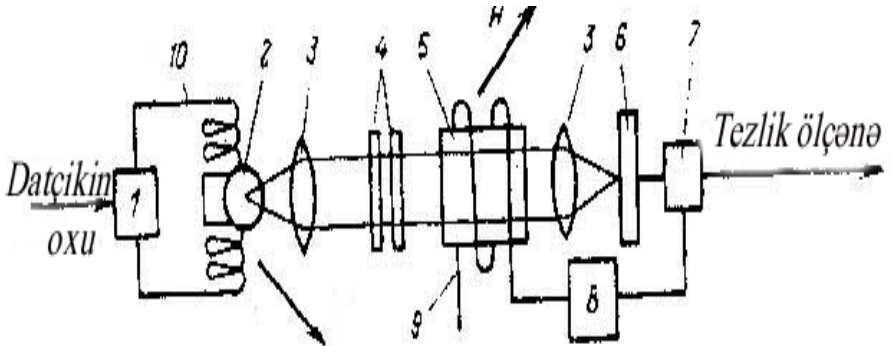
§30. Maqnitometr M-33

Maqnitometr M-33 kvant tiplidir, 1975-ci ildə işlənib hazırlanmışdır, cihaz maqnit induksiyasının həm mütləq, həm də nisbi qiymətini təyin etmək üçün istifadə olunur. Cihaz yüksək dəqiqliyi və sabitliyi ilə fərqlənir (0,1—1 nTl). Şkalanın qiymətinin dəyişməsi 8 saat ərzində 1,5 nTl-dir. Bir ölçməyə 3 saniyə sərf olunur. Bu, cihazın böyük iş qabiliyyətinə malik olması deməkdir. Cihaz yol boyu müşahidə məntəqəsi yanında sürəti azaltmaqla ölçmə işi aparmağa imkan verir. Cihaz həm avtomatik, həm də əllə idarə oluna bilər. Dəyişmələr arasında fasilə 15-30-60 saniyədir.

Cihaz üç blokdən ibarətdir. 1. Maqnit sahəsinə həssas olan hissə (datçik), 2. Ölçən və qeydiyyat aparan blok, 3. Enerji mənbəyi. Burada 6.3 voltlu akkumulyator yaxud quru batareyalarından istifadə olunur. Bütün bloklar kəbellə bir biri ilə birləşdirilir. 4. M-33-nin iş prinsipi Zeyman effektinə əsaslanıb: yəni maddənin atomları tərəfindən buraxılan işıq dalğalarının uzunluğu maqnit sahəsinin təsirinə dəyişir. Cihazda istifadə olunan buxar qələvi metalın (seziumun) buxarıdır (şəkil 36). Cihazla iki nəfər işləyir, fəhlə datçiki aparır (şəkil 35), operator isə ölçən blokunu 2 və batareyaları aparır 3. İş başlamamışdan qabaq: 1. Blokların bərkidilməsinə və bir- biri ilə birləşdirilməsinə təmin etmək.



Şəkil 35. M-33 maqnitometrin ümumi görünüşü.



Şəkil 36. M-33 maqnitometrin maqnitə həssas dəyişdiricisinin blok sxemi. 2. Maqnitli şeylər ölçmə blokundan uzaqlaşdırılmalı, yəni datçıki apararı fəhlənin üstündə heç bir dəmir əşya götürməməlidir. 3. Cihazı iş rejiminə salmaq (ya əl ilə, ya da avtomatik), lazımı həssaslığı qoymaq lazımdır (0,1 yaxud; 1 nTl). Çöl işi qurtardıqdan sonra lent dəstənin rəhbərinə təhvil verilir.

§31. Maqnitometr MMQ-203

Proton maqnitometri MMQ-203 süxurların maqnit induksiya vektorunun \vec{B} -nin mütləq və nisbi qiymətini 20.000—100.000 nTl

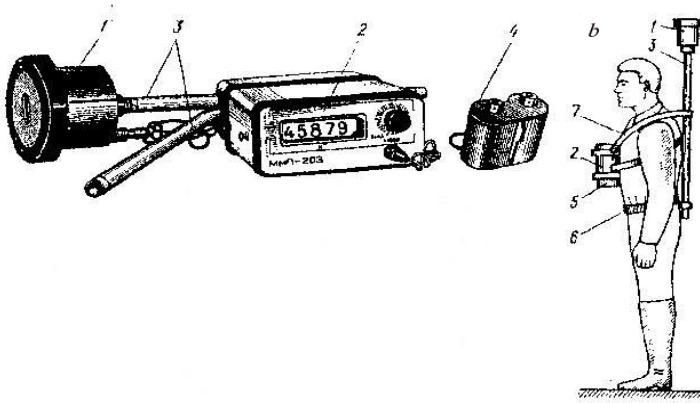
intervalında ölçməyə imkan verir. Operator Cihazla ölçmə işlərini piyada kəsilişlərdə aparır. Cihazın ölçmə dəqiqliyi $1nTl$ təşkil edir, bir nöqtədə ölçmə müddəti 3 saniyədir, «cihazın çəkisi 6 kq-dır».

Çihaz üç blokdan ibarətdir, bir operator onunla işləyir və gəzdirir (şəkil 37). Ölçü cihazı operatorun sinəsində, datçik isə operatorun belində, ağac ya aluminium borunun ucuna birləşdirilərək bərkidilir, datçik yerdən ən azı 1.8 m yüksəkdə olmalıdır. Maqnitometr sərbəst nüvə presesiyası prinsipinə əslənir və nüvə presesion, yaxud da proton tipli cihazlara aiddir (şəkil 38). MMQ-203 cihazında qabda 1 işci maddə protonu olan maye (kerosin) istifadə olunur. Proton hidrogen atomunun nüvəsidir; məlumdur ki, bu zərrəcik həm mexaniki R, həm də maqnit momentinə malikdir. Xarici maqnit sahəsinin təsiri ilə bu zərrəciklər presesiyalı hərəkətə başlayırlar və konusvari səth yaradır. Nəticədə isə atomlar protonlarla birlikdə T vektoru boyunca düzülürlər. Nəzəri olaraq hesablanıb, təcrübi olaraq təsdiq edilib ki, protonların öz tarazlıq oxu ətrafında sərbəst presesiyasının tezliyi maqnit sahəsində T ilə mütənasibdir.

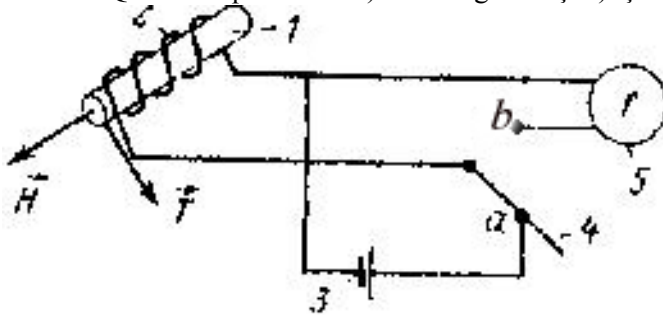
$$\omega = \gamma T \quad \gamma = M/P$$

γ kiromaqnit sabitdir.

Demək olar ki, protonun presesiya tezliyi T vektorunun intensivliyindən asılıdır. Əgər dairəvi tezliyi ω -nı hersə çevirsək və $\omega = 2\pi f$ asılılığından istifadə etsək və γ sabitinin qiymətindən istifadə edərək proton üçün $B = 23,4874f$ alarıq. f nuvənin rezonans tezliyidir. Bu tezliyi cihazla təyin edib süxur üçün maqnit induksiya vektorunun qiymətini təyin edə bilərik. Çöldə operator hər bir müşahidə məntəqəsində datçiki Ş-C xətti istiqamətinə yönəldib ölçmə işləri aparır, ekranda görünən rəqəmləri çöl dəftərinə yazır. yaxud avtomatik olaraq bu rəqəmlər, lentin üzərinə yazır. Lentin eni 56 mm, uzunluğu 1500—2000 sm-dir, ölçmə aparmağa imkan verir.



Şəkil 37. MMQ-203 maqnitometri a) ümumi görünüş. b) işləmə vəziyyəti.



Şəkil 38. Proton maqnitometrin prinsipial sxemi.

§32. Aeromaqnitometr

Aeromaqnitometrlər Yerin maqnit sahəsinə təyyarə və vertolyotların uçuşu zamanı aparmaq üçün istifadə edilir. Axır vaxtlar bu maqnitometrləri təyyarə və kosmik gəmilərə də yerləşdirirlər.

Aeromaqnitometrlər işləmə prinsipinə görə ferrozondlu (AMM-13), protonlu (AMQ-7, ASQ-71SM, MMS-214, SKAT-77) və kvant (KAM-28, MAM-305) tipinə bölünür. Bu cihazların hamısı datçikli cihazlardır və onlar təyyarənin xaricində yerləşdirilir, yaxud arxasınca dartılır. Gücləndirici və ölçən bloklar təyyarənin içərisində qoyulur.

Aeromaqnitometr MMS-214. Təyyarənin xaricində yerləşdirilmiş kompleks cihazların bir hissəsidir. Bu cihaz aeromaqnit kəşfiyyatında istifadə edilir, alınan nəticələr isə hesablama maşınlarında aparılır. Cihaz həm əllə, həm də avtomatik olaraq təyyarənin içərisindən işə salınır. Yerin maqnit induksiya vektorunu 2000—100.000 nTl hüdudunda ölçür, xətası 2,5 nTl-dır.

Aeromaqnitometr MM-305 yer səthində maqnit kəşfiyyatları aparan M-33 cihazı kimi işləyir. MM-305 Yerin maqnit sahəsinin tam vektorunun gərginliyini yaxud onun dəyişməsinə ΔT təyin edir. Ölçmə hüdudu 20.000-dən 80.000 nTl-ya qədərdir. Müşahidə müddəti (ölçmə müddəti) 0,143 saniyə, dəqiqliyi isə 0,1 nTl -dir.

VIII Fəsil

AEROMAQNİT VƏ YERÜSTÜ ÇOL MAQNİT KƏŞFİYYATI İŞLƏRİNİN METODİKASI

§33. Ümumi müddəalar

Çöl işlərinin metodikası dedikdə onu bilmək kifayətdir ki, götürülən iş hansı sistem üzrə icra olunacaq. Çöl işlərinin metodikası aşağıdakı qaydada aparılır: 1. Planalmanın məqsədi; 2. Planalmanın dəqiqliyi, miqyası və hesabat xəritəsində izoxətlərin en kəsiyi; 3. Müşahidə məntəqələrinin yerləşdirilməsi sıxlığı, nəzarət, dayaq və çıxış qaydaları; 4. Çöl ölçmələrinin əsas prinsipləri; 5. Geodeziya işlərinin dəqiqliyi. Maqnit planalma yerüstü, havadan və dənizdə aparılır. Axır vaxtlar şaxtalarda yeraltı maqnit planalma işləri də aparılır.

Keçmiş Sovetlər ölkəsinin bütün ərazisi havadan maqnit planalınması ilə tam əhatə olunub. Planalmanın məqsədi geoloji xəritəyə almaqdır və 1:1000.000 və 1:200.000 miqyasında aparılıb. Alınan nəticələr böyük strukturların və intruzyaların yatım istiqamətini aşkar edilməsində və tektonik pozulmaların izahında əvəzsiz rol oynayır. Bəzi hallarda isə güclü maqnitliyə malik filiz yataqları aşkar edilir. Hal-hazırda havadan maqnit planalınması geoloji xəritəyə almada çox geniş istifadə olunur və 1:50.000, 1:25.000, az hallarda isə 1:10.000 miqyasında aparılır.

Yer səthində kiçik miqyaslı maqnit planalmalar, əsasən, neft və qaz saxlayan strukturların axtarılmasında istifadə edilir. Geoloji xəritəyə alma məqsədi ilə maqnit kəşfiyyat işləri aşağıdakı miqyasda aparılır; 1:50.000; 1:25.000; 1:10.000; 1:5000.

Maqnit planalınması ilə yataqların dəqiq axtarışı aşağıdakı miqyasda həyata keçirilir: 1:10.000; 1:5000; 1:2000; 1:1000. Belə axtarışlar havadan və yerüstü maqnit planalınmasından sonra neft qazlığa və digər yataqların çox guman olunan sahələrində aparılır. Dəqiq aparılan işlərin nəticəsində filiz yataqlarının ölçüləri, forması və hansı dərinlikdə yerləşməsi təyin edilir.

İşə başlamamışdan əvvəl anomaliyanın və geoloji quruluşun guman edilən ölçülərindən asılı olaraq müşahidə məntəqələrinin

arasındaki məsafə (miqyası) ərazidə marşrutun (profilin) seçilməsi ilə müəyyən edilir (§5-8 bax).

Lazım gələndə dəqiqlikdən asılı olaraq seçilmiş ərazini işləyib hazırlayırlar.

§34. Yerüstü çöl işlərinin maqnit kəşfiyyatı üsulu ilə aparılmasının xüsusiyyətləri

Bütün maqnit axtarışları işi nəzarət məntəqəsinə nisbətən aparılır. Nəzarət məntəqəsi başlanğıc nöqtə rolunu oynayır, bu nöqtədə alınan qiymətə əsasən nöqtələrdəki sahənin dəyişməsinə müəyyən edirlər.

Nəzarət məntəqəsində təyin olunan qiymətlə operator həm də cihazın texniki vəziyyətini yoxlayır və vaxtdan asılı olaraq bir nöqtədə cihazın göstərişinin dəyişməsinə nəzarət edir.

Nəzarət məntəqəsi iş aparılan ərazidə dəstənin dayandığı yerin yaxınlığında maqnit sahəsinin sabit olan bir nöqtəsinə seçilir. Seçilmiş nəzarət məntəqəsinin (NM) yanına 0,5-0,6 metr hündürlüyündə ağac basdırılır və üzərində iş aparılan vaxt və par-tiyanın qısaca adı və nəzarət məntəqəsinin nömrəsi yazılır. Planalma vaxtı orta dəqiqlik (15-5)nTl-dən çox olmamalıdır. Yüksək dəqiqlikli planalmada isə dəqiqlik 5nTl olur, bunun üçün ərazidə əlavə olaraq nəzarət məntəqələri yaradılır və növbəti müşahidə məntəqələri arasında məsafə elə təyin edilir ki, 2-3 saata gedib gəlmək mümkün olsun. Təcrübə olaraq müəyyən edilib ki, maqnitometrin sfer nöqtəsi bir neçə saat ərzində düzxətli olaraq yerini dəyişir. Bunun üçün də nəzarət məntəqələri arasındakı məsafə elə dəqiq seçilməlidir ki, maqnitometrin ölçülərində böyük dəyişikliklər olmasın, yəni bir məntəqədən digərinə adı reys 2-3 saatdan çox olmamalıdır.

Hər hansı bir düz sahədə planalma işi aparılırsa (İM), istinad məntəqəsinə profilin çıxışında magistral yolun kənarında (MQ) qoyurlar. Qənaət məqsədi ilə (İM) profildən bir qoyurlar və onlara nömrələr yazırlar. Bütün istinad nöqtələri nəzarət məntəqələri (NM) ilə iki qarşılıqlı hərəkət istiqamətində əlaqələndirilir. İstinad şəbəkəsi üzrə iş vaxtı ölçmələr aşağıdakı ardıcılıqla aparılır. Nəzarət məntəqəsi

NM səhər 2-3 saat profil üzrə adi ölçmələr İM1 2-3 saat, İM2, adi ölçmələr 2-3 saat NM axşam. Proton maqnitometri MMQ-203 və kvant maqnitometri M-33 ilə ölçmələr istinad nöqtələri (məntəqəsi) olmadan aparılır, bu ölçmələrdə nəzarət məntəqələri kifayətdir.

O ərazidə ki, anomalya aşkar edilib, orada daha dəqiq yerüstü işlər aparılır. Həm də mikromaqnit planlaşdırılması aparılır. Belə ərazinin sahəsi (100x100m) sıx şəbəkə yaratmaqla (1x1m) tədqiq olunur, süxurların çatlılığı yuyulub gəlmənin istiqaməti aşkar edilir. Belə ölçmələrdə nəzarət məntəqəsinə üç adi ölçmədən bir qayıdırlar.

§35. Aeromaqnit planalma üsulu

Aeromaqnit planalma yerüstü planalmadan cihazların uçan təyyarədə və vertolyotda profil üzərində həddən artıq sürətlə hərəkəti ilə fərqlənir. Bununla əlaqədar olaraq maqnit cihazları yer səthindən uzaqlaşdıqca maqnit sahəsinin gərginliyinin qiyməti azalır, bunun üçün də təyyarə ilə planalma zamanı təyyarənin eyni hündürlükdən uçuşunu bütün profil boyu saxlamaq lazımdır. Digər tərəfdən uçuşun yüksəkliyi miqyasdan, dəqiqlikdən və ərazinin relyefindən asılıdır və instruksiyaya görə 25-150 metrə bərabər olmalıdır.

Düzənlik ərazilərdə planalmanın miqyası 1:200.000 və 1:1000.000, uçuşun yüksəkliyi isə 200-250 m-də yerinə yetirilir. Bəzi xüsusi məsələlərin həlli üçün planalma 700-1000 m yüksəklikdə aparılır.

Adi marşrutları bir-birinə paralel eyni məsafədə geoloji struktura perpendikulyar istiqamətdə seçirlər (26 –cı şəkilə bax).

Aeromaqnit planalma nəzarət məntəqəsinə nisbətən aparılır. AM planalma qısa olur (10-20 km). Marşrut aerodromun yaxınlığında maqnit sahəsi sabit olan yerdə, ən yaxşısı su olan sahənin üzərində seçilir (çay, göl və s.). Hündürlüyə görə marşrutlar maqnit anomaliyaları təzahür edən rayonlarda aparılır. Eyni marşrutda müxtəlif hündürlükdə bir neçə dəfə uçuş edilir. Müxtəlif yüksəklikdən təyin olunan AT-nin qiymətindən istifadə edərək, geoloji hədəfə qədər olan məsafə təyin edilir. İşin keyfiyyətini ölçmənin orta kvadratik xətasını təyin etməklə müəyyən edirlər.

IX fəsil

ÇÖL MAQNİT PLANALINMASINDA ÖLÇMƏLƏRİNƏTİCƏLƏRİNİNLABORATORİYAD A HESABLANMASI VƏ ARAŞDIRILMASI

Çöl maqnit planalınmasında ölçmələrində hesablanması iki mərhələdə aparılır: Çöldə və laboratoriyada, çöl işi ərəfəsində dəstənin yerləşdiyi yerdə bilavasitə adi məntəqələr və nəzarət məntəqələri üzərində normal sahənin ΔT -nin dəyişməsinə hesablayırlar. Bu qiymətlər əsasında qrafik qurulur (§7 bax) və maqnit planalmanın nəticələrinin ilkin təhlili başlanır, dağ-mədən işləri (kanal şurf) aparmaq üçün əlverişli yerlər seçilir.

ΔZ və ΔT -nin anomal qiymətə malik olub-olmadığını müəyyənləşdirmək üçün qış mövsümündə laboratoriyada son hesablamalar aparılır və qəti nəticəyə gəlinir.

§36. Yerüstü və aeromaqnit planalmanın çöl məlumatlarının qiymətləndirilməsi

Maqnit sahəsinin anomal qiymətini düzəliş verməklə hesablayırlar, bunun üçün müxtəlif fiziki hadisələrin ölçmələrə təsiri mütləq nəzərə alınmalıdır. Nəticələr çöl jurnalında cədvəl şəklində yazılır (cədvəl 4).

Cədvəl.4

Müşahi dərəcələri	Ölçmələrin qiymətləri n.T1	Düzəlişin nəzərə alınması				ΔT
		Normal sahə	Maqnit varyasiyası	Normal qradient	0 nöqtəsinin yer dəyişməsi	n.T1
1	2	3	4	5	6	7

Normal maqnit sahəsinin qiyməti kimi nəzarət məntəqəsi üzərində səhər ölçməsinin qiyməti götürülür və bütün məntəqələrdə ölçülən qiymətlərdən bu çıxılır.

Maqnit variasiyasına düzəliş maqnit variasiya lentindəki qiymətindən götürülür, məntəqədə ölçmə müddəti ərzində olan qiyməti əks işarə ilə lentin üstündə yazırlar. Normal qradiant üçün düzəliş o vaxt edilir ki, müşahidə sahəsinin uzunluğu Ş-C istiqamətində 1 km-dən çox olsun. Əgər planalma yüksək dəqiqliklə aparılırsa, düzəliş demək olar ki, kiçik sahələr üçün də verilir (1 km-ə kimi).

Normal maqnit sahəsinin qiyməti vektorlar üzrə ölçülən normal maqnit sahəsinin xəritəsindən götürülür (§24,25 bax). Normal qradiantə düzəliş adı ölçmə məntəqəsindən nəzarət məntəqəsinə kimi Ş-C xətti üzrə məsafə kimi təyin edilir və indiki sahədə olan normal qradiantın qiymətinə vurulur. Əgər məntəqə nəzarət məntəqəsindən şimalda yerləşirsə düzəliş ölçülən qiymətdən çıxılır. Əgər cənubda yerləşirsə, üstünə gəlinir. Cihazın əqrəbinin sıfır punktunun dəyişməsi bütün düzəlişlər edilib qurtardıqdan sonra aparılır. Bu, səhər və axşam nəzarət məntəqəsində ki ölçmələrin fərqidir, bu alınan fərqi bərabər olaraq bütün məntəqələrdəki ölçmələrə əks işarəli qiymətlə paylayırlar.

Aeromaqnit planalmada materialların qiymətləndirilməsi və təhlili, yer səthində aparılan çöl işləri ilə eynilik təşkil edir, bir fərqi var ki, aeromaqnit planalma zamanı işin hamısını lent üzərində aparırlar, bir də təyyarə geri dönəndə təyarənin maqnitli hissələrinin düzəlişi aparılır.

Çöl maqnit axtarışları işlərinin nəticələri ΔZ və ΔT izoxətlər xəritəsi şəklində təsvir olunur, bunlar maqnit kəşfiyyat işində ΔZ və ΔT -nin izodinası adlanır. Xəritənin qurulması §7-də veriləndir.

§37. Maqnit kəşfiyyatının nəticələrinin geoloji təhlili

Təhlil sözünu izah etmək, yaxud da şərh etmək kimi başa düşmək lazımdır. Maqnit planalmanın geoloji təhlili dedikdə bütün aşkar edilmiş maqnit anomalialarına geoloji şərh vermək yaxud da geoloji şərh etmək deməkdir. Çünki maqnit anomalyaları geoloji

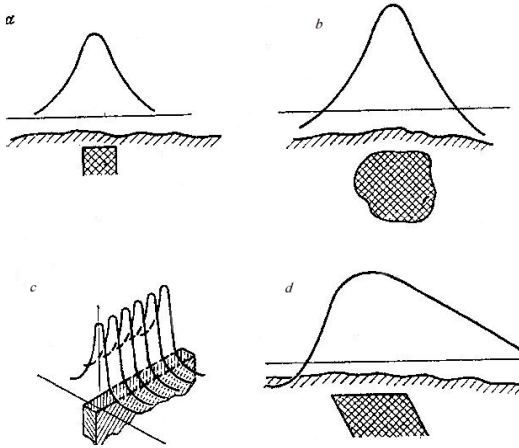
hədəflərdən və onların maqnit xassələrindən (§15 bax), formasından, onun ölçülərindən və geoloji hədəfin məkanda yerləşməsindən, eyni zamanda həndəsi formasından çox asılıdır. Ona görə də anomaliyanın formasına görə geoloji hədəfin forması haqda mülahizə yürütmək olar.

Təhlili iki növə bölmək olar: keyfiyyətə və kəmiyyətə.

Keyfiyyətə təhlil maqnit planalmanın nəticələrinin bütün növlərindən istifadə edərək aparılır.

Maqnit planalmanın nəticələrini keyfiyyətə təhlil etmək üçün əvvəllər bu rayonda aparılan geoloji və geofiziki tədqiqatların nəticələri öyrənilir, əlavə olaraq əvvəldən məlum olan ayrı-ayrı geoloji hədəflərin yerləşdiyi şərait, onun forması, ölçüləri, dərinliyi, xassələri həmin hədəf üzərində ΔZ və ΔT -nin ayrılmasının forması nəzərə alınmalıdır.

ΔZ və ΔT maqnit anomaliyalarının formasından istifadə edərək hər bir anomalmanın mənşəyi, yəni bir yerə toplanmış maqnitliyə malik olan kütlənin əmələ gəldiyi şərait, süxurun tərkibi, hədəfin forması, uzanma istiqaməti, ölçüləri, yerləşdiyi dərinlik və yatım bucağı haqda fərziyyələr söyləmək olar və geoloji mənşəyi haqda nəticələr çıxarmaq olar. Bir neçə növ görünüşlü ayrıləri keyfiyyətə təhlilinə baxaq. İzometrik maqnit anomaliyası haqda demək olar ki, anomaliyanın hər iki tərəfi eyni ölçülərə malikdir. Bu qiymətlər ola bilsin eyni qiymətli, yaxud da az fərqli əks işarəli qiymətə malik olsun. Əgər anomaliya izometrikdirsə, bir istiqamətli qiymətə malikdirsə bu ya silindrə, yaxud da sütuna bənzər yatağa uyğun gəlir (şəkil 39a). Əgər anomaliyanın hər iki qanadı mənfi (əks) sahə istiqamətinə doğru gedirsə, bu göstərir ki, anomaliya yaradan kütlə bir qədər dərinlikdə yerləşmişdir (şəkil 39b). Uzun anomaliya odur ki, onun ölçüləri dörd dəfə biri o biqindən fərqli olsun, yəni anomaliyanın uzunluğu enindən dörd dəfə uzun olsun (şəkil 39v). Belə anomaliyaları elə geoloji kütlələr əmələ gətirir ki, onun uzanma istiqamətində ölçüsü enindən qat-qat çox olsun. Buna müxtəlif uzunluqlu qalın yaxud nazik laylar misal ola bilər (damarlar, daykalar və linzalar).



Şəkil 39. Müxtəlif formalı müxtəlif bucaq altında yerləşən kütlələrin üzərində maqnit sahəsi. a- şaquli dirək yaxud silindr formalı. b-kütlə çox dərinədə deyil; v-lay sərt bucaq altında yatır; q-lay maili yatır.

Uzunsov anomaliyaların ΔZ və ΔT -si bir qiymətli yaxud az qiymətli, əks işarəli ola bilər. Uzunsov anomaliyalar eyni qiymətlidirsə, bu onu göstərir ki, kütlənin alt hissəsi məhdudlaşmamışdır (şəkil 39v). anomaliyalar çüzi əks istiqamətli sahələrə malikdirsə, bu lay yerləşdiyi dərinliyə görə məhdudluq təşkil edir.

ΔZ və ΔT əyrilərinin, qanadlarının simmetriyasının xarakterinə görə hədəfin yatım bucağına malik olması güman olunur. Əgər əyrin qanadları simmetrikdirsə (şəkil 39 a,b,v bax), belə halda kütlə birdən-birə kəskin aşağı düşür, əgər əyrinin qanadları simmetrik deyilsə, onda kütlə üfüqə meyilli düşür (şəkil 39q), yəni kütlə əyrinin meyilli qanadı istiqamətində düşür.

ΔZ və ΔT əyrilərinin qanadlarının dikliyinə görə kütlənin nisbətən hansı dərinlikdə olduğu haqda fikir söyləmək olar.

Çox dərinədə yerləşməyən kütlə üzərində çox aydın aşkar anomaliya müşahidə olunur və əyri çox iti maksimuma malik olur. Çox dərinədə yerləşən hədəf isə yer səthində geniş anomaliya əyrisi yaradır (qanadlar meyillidir).

Cöl vəsaitinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi. Maqnit planalınma vəsaitlərinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi dəqiq aparılmış çöl işlərinin, yaxud hesablanılan profillərin nəticələri ilə aparılır. Bu o anomaliyalar üçün aparılır ki, geofiziklər burada filiz kütləsinin yaratdığı anomaliyanın olduğunu təsdiq etmiş olsun, yəni bu anomaliya filiz kütləsinin yaratdığı anomaliyadır.

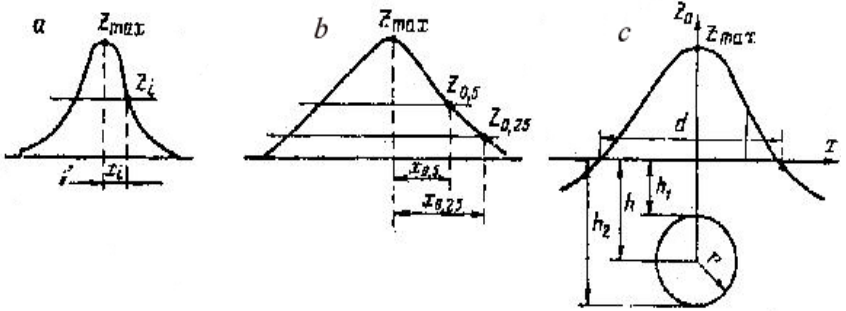
Maqnit planalınmanın qiymətləndirilməsi çox çətindir, çünki maqnit sahəsi təkcə kütlənin formasından, ölçüsündən yox, başqa amillərdən də asılıdır. Ola bilsin ki, geoloji hədəf müxtəlif istiqamətlərdə maqnitlənmiş olsun. Ona görə də eyni kütlənin yaratdığı anomaliyanın intensivliyi bundan asılı olaraq müxtəlif ola bilər. Məkan daxilində anomaliyanın yaratdığı maqnit sahəsi, sahənin vektoru cəmindən ibarətdir: bunlardan biri induksiya maqnitlənməsidir, digəri isə kütlənin yaratdığı qalıq maqnitlənmə sahəsidir. Bəzi hallarda mürəkkəb formaya malik olan kütlədə qeyribərabər maqnitlənməyə də rast gəlinir. Eyni geoloji hədəfin maqnit sahəsi bir-birindən kəskin fərqlənə də bilər.

Bu çətinliklərə baxmayaraq, kəmiyyət hesablı qiymətləndirmələrin aparılması mütləq lazımdır. Belə məsələlərin həllinin çox çətin olmasına baxmayaraq, qarşıya qoyulan məqsəd maqnitlənmə malik olan hədəfin həcmi, filiz kütləsinin ölçülərini, yatım bucağını və onun hansı dərinlikdə yerləşdiyini təyin etməkdən ibarətdir. Kəmiyyət hesablamaları analitik düsturlarla, müxtəlif qrafiki şəbəkələrlə, nəzəri hesablanmış qrafiklərlə, atlaslarla və integral üsullarla aparılır. Təcrübədə bütün hallar üçün yararlı olan hərtərəfli (universal) hesablama üsulu mövcud deyil.

Təcrübədə bir anomaliya üçün hesablamalar müxtəlif variantlarda aparılır, həqiqi (doğru) nəticələrin Yerinə orta qiymət götürülür. Bütün üsullarda kəmiyyət qiymətləndirməsi yalnız şaquli istiqamətdə maqnitlənmə kütlələr üçün hesablanılıb. Nəzərə almaq lazımdır ki, təbiətdə bütün geoloji kütlələr (cisimlər) Yerə maqnit sahəsində nəinki şaquli istiqamətdə, eyni zamanda maili olaraq maqnitlənmə bilər. Ona görə də, keyfiyyətə hesablamalar aparmaqdan qabaq maqnitlənmənin istiqaməti mütləq təyin olunmalıdır. Əgər

maqnitlənmə çəpindərsə, onda ΔZ əyrisini mütləq şaquli maqnitlənməyə hesablamaq lazımdır.

İndi sadə üsulla hədəfin hansı dərinlikdə yerləşdiyini və onun qalınlığını analitik düsturla təyin edək.



Şəkil 40. Z-əyriyələri; a-küçük qalınlıqlı laylar üzərində; b-qalın laylar üzərində; v-kürə üzərində.

Hal-hazırda kəmiyyət hesablamaları bütün üsullar üçün sistemləşdirilmişdir.

İndi sadə üsulla hədəfin hansı dərinlikdə yerləşdiyini və onun qalınlığını analitik düsturlarla təyin edək.

Uzun şiş minimumu olmayan qanadları sərt aşağı düşən ΔZ (Z_a) anomaliyası ola bilsin ki, şaquli maqnitlənməşə laya bənzər kütlə (cisim) tərəfindən yaradılıbdır. Belə kütlələrin (cisimlərin) alt hissəsi çox dərin qatlardadır (şəkil 40 a). Belə layların əsas yatım elementlərinin təyini maqnit planalınmada, ən vacib məsələlərdən biridir. Bu elementlər layın uzandığı istiqamət, üst sərhədin yerləşdiyi dərinlik və layın qalınlığıdır. Layın uzandığı istiqaməti anomalyanın uzanma oxu ilə təyin edirlər. Az qalınlıqlı laylar üçün kütlənin üst hissəsinə qədər olan məsafəni, yəni yerləşdiyi dərinliyi h və layın qalınlığı $2b$ ΔZ (Z_i) əyriyəsinə görə istənilən nöqtədə təyin etmək üçün aşağıdakı formulalardan istifadə edilir.

$$h = x_i \sqrt{\frac{Z_i}{Z_i(Z_{max} - Z_i)}}$$

Hər maqnitlənmənin intensivliyi \bar{I} məlum olarsa, onda layın qalınlığını təyin etmək üçün Z_a tənliyindən $2b$ qalınlıq təyin olunur.

$$Z_a = 2b2\bar{I} \frac{h}{h^2 - x^2}$$

Şiş minimumu olan anomaliyadan hər tərəfə simmetrik maili aşağı düşən (şəkil 40b) əyrini adətən şaquli sərt aşağı düşən lay yaradır, bunun alt qatı çox dərinlikdə yerləşir. Bu hal üçün də layın yerləşdiyi dərinliyi və layın qalınlığının təyini əyridə iki Z_{05} və Z_{025} nöqtələrində aparılır

$$Z_{05} = \frac{1}{2} Z_{\max} \qquad Z_{025} = \frac{1}{4} Z_{\max}$$

$$h = \frac{X^2_{0,25} - X^2_{0,5}}{2X_{0,5}} \qquad 2b = \sqrt{X^2_{0,5} - h^2}$$

3. ΔZ əyrisi simmetrik formalıdır (şəkil 40v), eyni zamanda əyrinin hər iki qanadında minimuma malikdir. Bu əyri şara oxşar kütlənin (cismi) yaratdığı anomaliyaya oxşayır və şarın mərkəzinə qədər olan dərinlik $h = 0,35d$ –yə bərabərdir, d iki nöqtə arasında olan məsafədir, $\Delta Z = 0$.

Kulon qanununa görə şar üzərində yaranan gərginliyi aşağıdakı düstürlə təyin edirlər.

$$Z_a = M \frac{2h^2 - x^2}{(h^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

h şarın mərkəzinə qədər olan məsafə, x —müşahidə məntəqəsinin koordinatı, M isə maqnit momentidir. Belə ki, Θ_a , h , və x məlumdur, onda $x=0$ məntəqəsi üçün M -in qiymətini təyin edə bilərik. Gərginlik Θ_a bu məntəqə üçün ən böyük qiymətə malik olacaq.

$$Z_{\max} = 2Mh^3 \qquad M = 12Z_{\max}h^3;$$

Əgər hədəfin maqnitliyinin \bar{I} fiziki xassələrini öyrənməklə təyin etmiş olsaq, onda biz həcmi müəyyənləşdirə bilərik.

$$V = MI;$$

Məlumdur ki, şarın həcmi $V=43\pi r^3$ -dir, buradan radiusu təyin edə bilərik.

$$r = 3\sqrt{\frac{3V}{4\pi}}$$

Bundan asılı olaraq layın üst hissəsinə qədər olan dərinlik, $h_1 = h - q$, alt hissəsinə qədər olan dərinlik $h_2 = h + q$, kimi təyin edilir. Bu yolla daha mürəkkəb formalı hədəflərin bizə lazım olan yatım elementlərini; o cümlədən dərinliyini, qalınlığını, yatım bucağını, en kəsyinin sahəsini və s.-ni tənləklərin köməyi ilə təyin edə bilərik.

§38. Maqnit kəşfiyyatının tətbiq sahələri

Geoloji axtarış işlərinin bütün mərhələlərində maqnit planalma işlərindən istifadə olunur. Bu kiçik miqyaslı geoloji xərətəlmədən başlayaraq yataqların kəşfiyyatına kimi istifadə olunur. Keçmiş SSRİ ərazisi tam olaraq kiçik miqyaslı aeromaqnit kəşfiyyat işləri ilə (1:1000.000; 1:200.000) əhatə olunub ki, bunun köməyi ilə bütün ərazinin maqnit sahəsinin xəritəsi qurulmuşdur.

Regional maqnit planılması havada, dənizdə, Yerin səthində aparılır. Bu işlər qravi kəşfiyyat və seysmik kəşfiyyatla birlikdə aparılır. Regional maqnit planalma geotektonik rayonlaşdırmada və xəritəlmədə, o cümlədən regional strukturlarda, platforma və geosinklinal ərazilərdə, dağarası çökəkliklərdə qırılmalarla yuxarı qalxmış və aşağı düşmüş zonaların öyrənilməsində geniş istifadə olunur. Maqnit anomalyasına görə maqnitliyə malik olan süxurların yerləşdiyi dərinliyin özülünü və yayıldığı ərazinin quruluşunu aşkar etmək olur. Digər tərəfdən intruzya və effuzivlərin əmələ gəldiyi və çöküntü süxurlarına soxulduğu hissələri aşkar etməkdə geniş istifadə olunur. Belə məsələləri geoloji üsullarla həll etmək (böyük xərclə dərin quyular qazmaqdan başqa) qeyri mümkündür. Aeromaqnit və hidromaqnit planalma ilə okeanın ayrı-ayrı dağ zirvələrinin

sahələrində maqnit anomaliyaları aşkar edilmişdir, bu, geofiziklərin fikrincə, yer qabığının bloklarının birinin digərinə nisbətən hərəkəti sayəsində baş vermişdir. Bir neçə tip zolaqlı anomaliyalar isə okeanın dibinin aralanaraq genişlənməsi, yəni yeni yer qabığının əmələ gəlməsi ilə izah olunur. Bu zonalara rifit dərələri deyilir ki, həmin dərələrdə mantiyadan gələn maddi kütlələr soyuyub, yer qabığı əmələ gətirirlər. Beləliklə, regional maqnit planalmanın nəticələri böyük dərinliklərdə baş verən tektonik hərəkətlər haqda mülahizələr söyləməyə imkan verir.

Orta miqyaslı maqnit planalma torpaqla üstü örtülmüş ərazilərdə geoloji xəritəyə alma məsələlərində geniş istifadə edilir. Qırıxıqlarla səciyyələnən ərazilərdə maqnit axtarış üsulu üstü torpaqla örtülmüş ərazilərdə maqmatik və metamorfik süxurların əmələ gəldiyi sahələrin sərhədlərinin müəyyənləşdirilməsində geniş istifadə edilir, çox hallarda bu süxurlar faydalı qazıntıların daşıyıcısı filiz mineralları ilə zəngin olur. Bu da kəşfiyyat işlərini tezləşdirir və maya dəyərini aşağı salır, bu ərazilərin maqnit xəritələrində nəinki forması, eyni zamanda məkan daxilində hədəfin həcmi təsvir olunur. Bu xəritələrdə üstü torpaqla örtülmüş tektonik zonalarda qırılmaların birləşdiyi yerlər göstərilir. Əlverişli şərait olduqda maqnit kəşfiyyatı üsulu tektonik və geoloji quruluşların elementlərini, petroqrafik faktorları öyrənməyə şərait yaradır, bu da öz növbəsində faydalı qazıntıların yerləşdiyi əraziləri aşkar etməyə kömək edir. Geoloji işlərin bəzi mərhələlərində maqnit kəşfiyyatı ilə böyük ehtiyata malik olan dəmir yataqları da aşkar edilə bilər.

Böyük miqyaslı geoloji tədqiqatlarda (1:50.000, 1:25.000, 1:10.000) maqnit kəşfiyyatı işləri elə aparılır ki, geoloji kütlələrin əmələ gəldiyi ərazinin sərhədləri və məkan daxilindəki vəziyyətini təyin etmək mümkün olsun. O kütlələr böyük müvəffəqiyyətlə aşkar edilir ki, həmin kütlələr maqnit mineralları ilə zəngin olsun, bu da aşağıdakı süxurların tərkibində zəngin olur: maqmatik, əsasi, ultra əsasi və süxurlar maqnetit, pirrotin, maqnit mineralları ilə zəngin olur. Çox hallarda maqnitli süxurlar arasında maqnitliyə malik olmayan süxurlar asanlıqla aşkar edilə bilər. Dayka süxuru turş əsasi

süxurdursa, o zəif maqnit sahəsinə malikdir, əgər bu böyük maqnitli süxurlar arasında yerləşibse, maqnit planalma xəritələrində asanlıqla görmək olacaq.

Geoloji xəritəalma zamanı maqnit kəşfiyatı işləri hidrotermal dəyişikliklərə məruz qalmış süxurlarla təmsil olunan tektonik pozulmaları izləmək məqsədi ilə çox sə- məreli istifadə olunur. Dərin maqnit sahəsində pozulmalar müxtəlif formada təzahür edir. Tektonik pozulmalar çox hallarda özlərini müsbət aydın anomaliya kimi göstərir, Bunun da səbəbi tektonik pozulma olan yerlərdə ferromaqnit minerallarla zənginləşmə prosesi baş verdiyi ilə izah olunur. Məlumdur ki, tektonik pozulmalar olan sahələrdə normal maqnit sahəsi fonunda mənfi xətti maqnit anomaliyası qeyd olunur, bu o deməkdir ki, tektonik pozulmaların çatları çoxlu miqdarda kvars ilə dolmuşdur. Hal-hazırda maqnit kəşfiyyatı üsulu böyük miqyaslı geoloji xəritə almada qabaqcıl üsullardan birinə çevrilmişdir.

Maqnit kəşfiyyatı üsulunun geniş istifadə olunduğu sahə müxtəlif faydalı qazıntı yataqlarının axtarılmasıdır. Maqnit kəşfiyyatı üsulu birbaşa dəmir, boksit, marqans filizəri və s. faydalı qazıntılar kəşfiyyatında geniş istifadə olunur. Maqnit kəşfiyyatı üsulunun maqnetit filizli yataqların aşkar edilməsində geniş istifadə olunmasının səbəbi həmin yatağın güclü maqnit sahəsinə malik olması və yataq üzərində yüksək gərginlikli anomaliyanın olması ilə əlaqədardır. Ona görə də maqnit kəşfiyyat üsulu dəmir filizi yataqlarının axtarışında yataq haqda qabaqcıdan məlumat almaq üçün ən yaxşı üsuldür.

Bundan başqa, maqnit kəşfiyyatı üsulu həm filiz, həm də qeyri-filiz yataqlarını aşkar etməkdə geniş istifadə olunur, çünki bu yataqlar həm əsasi, həm də ultra əsasi süxurlarla əlaqədardır (nikel, xrom, titan, almaz və s.). Əlvən, nadir, nəcib metallar filizi aksesor maqnit mineralı, skarlarda əmələ gələn filiz yataqları (volfram, molibden, mis və s.) bir qayda olaraq maqnitit mineralı ilə zəngin olur. Əksər hallarda müxtəlif yataqların axtarışında maqnit kəşfiyyat üsulu müxtəlif geofiziki üsullarla birlikdə geniş istifadə olunur.

İkinci hissə **QRAVİ KƏŞFİYYAT**

Qravi kəşfiyyat ərazinin geoloji quruluşunun öyrənilməsində, faydalı qazıntıların kəşfiyyatında və axtarışında istifadə olunan Geofiziki üsuldur.

Qravimetrik tədqiqatların əsas məqsədi Yerin formasını, onun daxili quruluşunu, peyk və raketlərin hərəkətinin trayektoriyasının təyini və bir çox naviqasiya məsələlərinin həllində geniş istifadə olunur.

Qravi kəşfiyyat üsulundan həm regional, həm də dəqiq geoloji tədqiqatlarda: neft və qaz saxlayan strukturların, dəmir filizi, sulfid və faydalı qazıntıların axtarışında və nəhayət dağ-mədən geoloji işlərində geniş istifadə olunur.

Qravi kəşfiyyat sərbəstdüşmə təcilinin nisbi dəyişməsini, qravitasiya potensialının törəmələrini təyin etməklə qravitasiya sahəsinin anomaliyasını ayıraraq, onları geoloji cəhətdən izah edir. Qravimetrik kəşfiyyatın səmərəli istifadə olunması mühitin fiziki geoloji modelinin yaradılması, onun dəqiqliyi və qravi kəşfiyyat işlərinin müfəssəlliyi(səlisliyi) ilə təyin edilir.

X Fəsil

QRAVİ KƏŞFİYYATIN NƏZƏRİ ƏSASLARI

§39. Ümumi çəzibə qanunu və qravi kəşfiyyatın fiziki əsasları

Qravi kəşfiyyat üsulunun nəzəri əsasını XVII əsrdə İsaak Nyuton tərəfindən kəşf olunan ümumdünya Cazibə qanunu təşkil edir. Qanun belə ifadə olunur: Əgər m_1 və m_2 kütləsinə malik olan nöqtəvi yüklər q məsafəsində yerləşibse, bu kütlələr bir-birini qarşılıqlı \vec{G} qüvvəsi ilə cəzb edəcəklər. Bu qüvvə kütlələrin mərkəzini birləşdirən düz xətt boyunca yönəlir və kütlələrin hasili ilə düz, aralarındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasibdir.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r_2^2}$$

Burada, G cazibə sabitidir; beynəlxalq vahidldir sistemi VS-də $G=66,73 \cdot 10^{-12} \text{m}^3 (\text{kQs}^2)$ Yer səthində olan bütün cisimlərin Yerlə qarşılıqlı təsirdə olduğu bu qanuna tabedir.

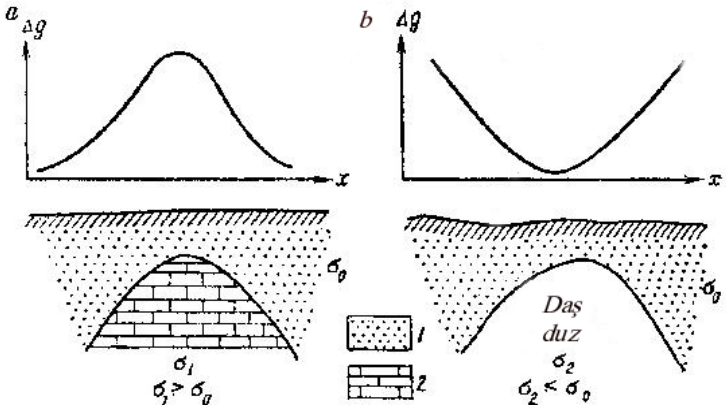
Hər hansı bir cismin kütləsi havada onun həcmnin V sıxlığına, vurma hasilinə bərabərdir. $m_1 = V_1 \cdot \sigma_1$

Yer qabığında yerləşən geoloji cismin (kütlenin) sıxlığı sıfıra bərabər deyil. Buna görə də bu və ya digər geoloji cismin (kütlenin) tərəfindən yaranan cazibə anomaliyasını təyin etdikdə, bu kütləni özündə yerləşdirən və sıxlığa malik olan mühitin cazibə qüvvəsinə təsirini nəzərə almaq mütləq lazımdır. əgər kütləni özündə yerləşdirən mühitin sıxlığını σ_0 ilə işarə etsək və cismin (kütlenin) sıxlığı σ_1 olsa, onda cazibə anomaliyası qalıq (artıq) kütlə tərəfindən yaradılacaqdır.

$$m_1 = V_1 (\sigma_1 - \sigma_0)$$

(σ_1 və σ_0 cismin və cismi özündə yerləşdirən mühitin sıxlığıdır. Bunların fərqi həcme vurulmasına cismin qalıq (art) kütləsi deyilir. Qalıq sıxlıq həm müsbət, həm də mənfi ola bilər, bu cismin (kütlenin), yaxud cismi özündə yerləşdirən mühitin sıxlığının çox və ya az olmasından asılıdır. Ona görə də ağırlıq qüvvəsinin yaratdığı anomaliya ya mənfi, ya da müsbət ola bilər.

1-ci misal. Qabarıq qırıqlığın nüvəsi böyük sıxlığa (σ_1) malik əhəng daşlarından ibarətdir, yerləşdiyi mühitin sıxlığı (σ_0) az sıxlığa



Şəkil 41. Qravitasiya anomaliyasına misal. Artıq kütlə; a-müsbət, b-mənfi 1-qum dənəcikli gilli süxur 2-əhəng daşları.

malik külli qum daşlarından ibarətdir (şəkil 40a). Qalıq sıxlıq($\sigma_1 - \sigma_0$) > 0 , ona görə də qalıq kütlə» $m_1 = V_1(\sigma_1 - \sigma_0) > 0$ müsbət qiymətə malikdir və Yer in səthində bu cisim müsbət cazibə anomaliyası yaradaçaq.

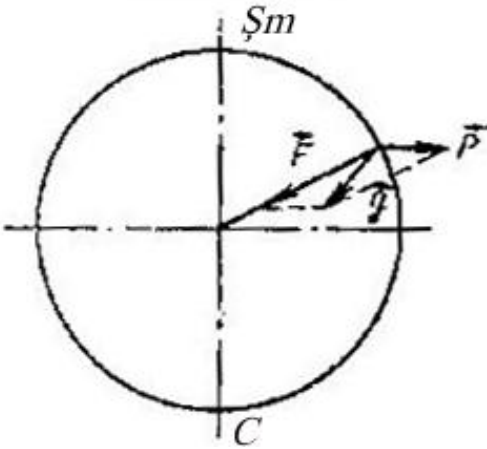
2-ci misal. Tədqiqat aparılan ərazidə duz günbəzi var, mərkəzi isə daş duzdan ibarətdir.

Duz killi qumdaşları süxurlarının içərisinə soxulubvə bunun sıxlığı σ_0 duzun sıxlığından böyükdür. Belə halda artıq sıxlıq ($(\sigma_2 - \sigma_0) > 0$ olaçaq artıq kütlə də $m_2 = V_2((\sigma_1 - \sigma_0) < 0$ həmçinin mənfi olaçaq Yer səthində həmin günbəz üzərində mənfi (əks) cazibə anomaliyası yaranaçaq (şəkil 41b). Beləliklə, məlum oldu ki, qravi kəşfiyyat üsulunun əsası süxurların, filizlərin və qeyri-filiz kütlələrinin sıxlığının bir-birindən fərqli olması ilə əlaqədardır.

§40. Sərbəstduqmə təcili və ölçü vahidləri

Qravi kəşfiyyatda Yer in təbii ağırlıq qüvvəsindən istifadə olunur, buna da qravitasiya (çazibə) sahəsi deyilir. Yer səthində bu sahənin paylanmasını öyrənərək, geoloji hədəflərlə əlaqədar olan qravitasiya anomaliyalarını aşkar edirlər. Yer səthində Bütün kütlələr (cismlər) iki qüvvənin təsiri altında olur: cazibə qüvvəsi F və mərkəzdənqaçma qüvvəsi R . Bu qüvvə Yer in öz oxu ətrafında bir

sutka ərzində fırlanmasından irəli gəlir. Bu iki qüvvənin əvəzləyicisi olan qüvvəyə ağırlıq qüvvəsi deyilir və g hərfi ilə işarə olunur. Çəzibə qüvvəsi Yerin mərkəzinə yönəlir. Mərkəzdənqaçma qüvvəsi Yerin fırlanma oxuna perpendikulyar istiqamətdə yönəlir (şəkil 42). Mərkəzdənqaçma qüvvəsi R qütblərdə sıfır, ekvatorada isə ən böyük qiymətə malikdir. Buna baxmayaraq mərkəzdənqaçma qüvvəsi çəzibə qüvvəsindən 288 dəfə kiçikdir. Ona görə də ağırlıq qüvvəsini, əsasən, çəzibə qüvvəsi ilə təyin edirlər. Yerin çəzibə qüvvəsi ekvatoradan başlayaraq qütblərə qədər artmağa başlayır, çünki Yerin radiusu ekvatorada 21,4 km qütblərdəki radiusdan artıqdır. Beləliklə, ağırlıq qüvvəsi F qüvvəsinin toplanana əsasən ekvatoradan başlayaraq Yerin qütblərinə qədər artır və demək olar ki, Yerin en dairələrindəki müşahidə məntəqələrindən asılı olaça



Şəkil.42. Yerin ağırlıq qüvvəsi vektoru və onun toplananları.

qdır. Qravitasiya sahəsini təsvir etmək üçün vahid kütləyə təsir edən qüvvəyə baxmaq əlverişlidir. Əgər çəzibə qüvvəsi formulunda kütlələrdən birini vahid qəbul etsək, alınan kəmiyyət qravitasiya sahəsinin gərginliyinə uyğun gəlir, yaxud da ağırlıq qüvvəsinin gərginliyi adlanır, qıssaca olaraq buna ağırlıq qüvvəsi deyilir

$$g=GM/R^2$$

burada M Yerin kütləsi, R Yerin radiusudur. Ağırlıq qüvvəsi qravitasiya sahəsinin gərginliyi kimi təsvir olunur, vahid kütlayə təsir edən qüvvədir, qiymətcə sərbəstdüşmə təcilinə bərabərdir.

Beynəlxalq vahidlər sistemində sərbəstdüşmə təcilinə vahidi ms^2 təcrübədə isə Qaldan istifadə olunur $1\text{Qal}=10^{-2} \text{ m s}^2$.

Çöldə qravimetrik işlərdə adətən daha kiçik ölçü vahidi milliqaal (mQal): $1\text{mQal} = 10^{-5} \text{ ms}^2$ istifadə olunur.

Yer səthində sərbəstdüşmə təcilinə orta qiyməti $9,81\text{ms}^2$ bərabərdir.

§ 41. Sərbəstdüşmə təcilinə normal qiyməti və onun yaratdığı anomaliya haqda məlumat.

Biz bilir ki, Yer öz oxu ətrafı nda fı rlandı ğı na görə qütblərdən çox az sı xı lma əmsalı na malik olan $\alpha \approx 1300$ ellipsoid forması ndadır. Bunun birbaşa Yerlə əlaqədar olduğunu nəzərə alaraq ellipsoid əvəzinə, sferoid terminindən istifadə olunması qəbul olunub.

Yerin normal qravitasiya sahəsi elə nəzəri hesablanmış (fərz olunan) sahədir ki, Yer düzgün həndəsi formaya malik və sıxlığına görə bircinsli konsentrik layardan ibarət sferoiddir. Sferoidin səthi dəniz səviyyəsi ilə eynidir. Sərbəstdüşmə təcilinə normal qiyməti γ_0 bir çox alimlər tərəfindən dəniz səviyyəsində hesablanaraq təyin edilib. Kassinisin verdiyi formula 1930-çu ildə Stokholm Konqresində beynəlxalq formula kimi qəbul olunub.

$$\gamma_0=9,78049(1+0,0052884\text{Sin}^2\varphi-0,0000059 \text{Sin}^2 2\varphi)-1410^{-5} \text{ ms}^2$$

Burada φ müşahidə məntəqəsinin en dairəsidir. Keçmiş Sovetlər ölkəsində sərbəstdüşmə təcilinə normal qiyməti aşağıdakı formula ilə hesablanırdı.

$$\gamma_0= 9,78030(1+ 0,005302 \text{Sin}^2\varphi-0,000007 \text{Sin}^2 2\varphi)-14\cdot 10^{-5} \text{ ms}^2.$$

Belə ki, sərbəstdüşmə təcilinə normal qiyməti Yer en dairəsindən, yəni müşahidə məntəqəsinin yerləşdiyi en dairəsindən (φ bucağı) asılıdır. Sərbəstdüşmə təcilinə anomaliyası dedikdə ağırlıq

qüvvəsinin təyin olunan qiymətinin riyazi hesablanmış normal qiymətindən fərqlənməsidir. Hər halda ölçülən qiymətlə normal qiyməti müqayisə etməzdən əvvəl müşahidə məntəqəsinin dəniz səviyyəsindən olan hündürlüyünə görə düzəliş verilməlidir, çünki normal qiymət dəniz səviyyəsinə hesablanmışdır. Bundan başqa dəniz səviyyəsi ilə müşahidə məntəqəsi arasında yerləşən hər bir layın cazibə təsiri və Yer səthinin kələ-kötürlüyü mütləq nəzərə alınmalıdır.

Sərbəstdüşmə təcilinin anomaliyasını Δg aşağıdakı formula ilə hesablayırlar:

$$\Delta g = g_0 - \gamma_0$$

burada $g_0 = g + \text{ölçülən müsbət düzəliş}$.

Yüksəkliyə görə düzəliş (sərbəst havaya görə düzəliş) Faya düzəlişi adlanır və $\Delta g_1 = 30861 \cdot 10^{-5} \text{ N}$, N dəniz səviyyəsindən müşahidə məntəqəsinə qədər olan hündürlükdür.

Faya düzəlişi müsbət işarə ilə götürülür, çünki sferoidin səthindən hər bir metr hündürlükdə sərbəstdüşmə təcili $0,3 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ qədər azalır.

Faya düzəlişini nəzərə almaqla hesablanan anomaliyaya Faya anomaliyası deyilir.

$$\Delta g = g_{\text{ölç}} + \Delta_1 g - \gamma_0$$

Bundan başqa ölçülən g -nin qiymətinə aralıqdakı layların düzəlişi də əlavə olunur. Belə ki, müşahidə məntəqəsi ilə sferoidin səthi arasında məsafə müxtəlif sıxlığa malik süxurlarla doludur. Bu laylar əlavə cazibə sahəsi yaradır, ona görə də ölçülən ağırlıq qüvvəsinə laylararası düzəliş vermək lazımdır. Bu düzəliş mənfi işarə ilə daxil olunur.

$$\Delta_2 g = -0,0419 \cdot 10^{-5} \sigma \text{ N}$$

Burada σ sıxlıq, N isə arada yerləşən layın qalınlığıdır. Əgər süxurun orta sıxlığını götürsək $\Delta_2 g = 0,1 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, Faya düzəlişi ilə laylar arası düzəlişin cəminə Buqə düzəlişi deyilir. Buqə düzəlişini nəzərə alaraq, hesablanan anomaliyaya Buqə anomaliyası deyilir.

$$\Delta g = g_{\text{ölç}} + \Delta_1 g + \Delta_2 g - \gamma_0$$

Əgər tədqiqat dağlıq ərazilərdə, yaxud dəqiq planalma işləri aparmaq üçündürsə, onda relyefə (Yer səthinin quruluşuna) görə düzəliş Δ_{3g} verilməlidir. Hal-hazırda relyefə görə düzəliş əsasən hesablama maşınları ilə aparılır.

Qravitasiya anomaliyasını hesablamaq üçün ümumi formula aşağıdakı kimidir.

$$\Delta g = g_{ölç} + \Delta_1 g + \Delta_2 g + \Delta_3 g - \gamma_0$$

§42. Ağırlıq qüvvəsinin potensialı və onun törəməsi

Ağırlıq qüvvəsinin təsir etdiyi fəzaya qravitasiya sahəsi deyilir. Fəzada ağırlıq qüvvəsinin təsirinə ağırlıq qüvvəsinin sahəsi deyilir. Ağırlıq qüvvəsinin hər bir nöqtəsi potensialla təsvir olunur və W ilə işarə olunur. Potensialın qiyməti müşahidə nöqtəsindən Yer mərkəzinə qədər olan məsafədən asılıdır. Əgər qəbul etsək ki, Yer səthində məsafə Yer radiusuna bərabərdir, onda potensial aşağıdakı kimi hesablanır:

$$W_1 = GMR$$

Burada G qravitasiya potensialı, M Yer kütləsidir. Əgər götürsək ki, müşahidə məntəqəsi Yer radiusunun davamıdır, onda məsafə $R + \Delta R$ olaçaq, potensial isə həmin nöqtədə $W_2 = GMR + \Delta R$ - dir.

Beləliklə, müşahidə məntəqəsi ilə Yer mərkəzinə qədər olan məsafə dəyişdikcə potensialın qiyməti də dəyişir. Potensialın dəyişməsi və onun artımı aşağıdakı düstürlə təyin edilir.

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \frac{GM}{R + \Delta R} - \frac{GM}{R} = \frac{GM}{R} \left(\frac{\Delta R}{R + \Delta R} \right)$$

ΔR -in çox kiçik qiymətlərində $\Delta W \frac{GR\Delta R}{R^2} = -g\Delta R$, buradan görünür ki,

$$g = \frac{dW}{dR} \text{ - dir.}$$

Beləliklə, ağırlıq qüvvəsinin birinci törəməsinin potensial sahəsi bu və ya digər istiqamətdə potensialın sürətinin dəyişməsini təsvir edir və sərbəstdüşmə təcilinə bərabərdir. Potensialın ən böyük sürətlə dəyişməsi şaquli istiqamətdə qeyd olunur.

$$G_{\ominus} = -\frac{dW}{dz} = W_z$$

Bu kəmiyyəti qravimetr adlanan cihazla ölçürlər. Potensial sahənin x və u oxu üzrə birinci törəmələri koordinat başlanğıcındakı nöqtədə sıfırdır, qravimetrlə ölçülmür.

$$g_x = g_y = 0$$

Əgər sərbəstdüşmə təcilinin dəyişməsinə koordinat oxları üzrə x, u, ə istiqamətində yönəlmiş olsaq, onda biz sərbəstdüşmə təcilinin birinci törəməsini, yaxud potensialın ikinci törəməsini alırıq.

$$W_{x\ominus} W_{y\ominus} W_{\ominus\ominus} W_{yx} W_{\Delta} = W_{yy} - W_{xx}$$

$W_{x\ominus}$ $W_{y\ominus}$ kəmiyyətləri sərbəstdüşmə təcilinin x və u oxları üzrə sürətinin dəyişməsini göstərir və horizontal qradient adlanır. $W_{\ominus\ominus}$ kəmiyyəti sərbəstdüşmə təcilinin şaquli istiqamətdə sürətinin dəyişməsini göstərir və şaquli qradient adlanır. W_{yx} və W_{Δ} geoidin səthinin ayrılığının səviyyəsini göstərir. Sərbəst düşən cismin təcilinin qradientinin ölçü vahidi Evtiş götürülür v (E) ilə işarə olunur.

$$E = 1 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-2}$$

1E sərbəstdüşmə təcilinin 1 km məsafədə dəyişməsinin $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ qədərdir, yəni (0,1 mQalkm).

§43. Süxur və filizlərin sıxlığı, bunların əmələgəlmə şəraiti və yerləşdiyi Yerlə əlaqəsi.

Süxurun sıxlığı dedikdə onun kütləsinin həcminə olan nisbəti başa düşülməlidir

Sıxlığın ölçü vahidi olaraq təcürbədə kiloqram bölünsün kub metr (qkm^3), çox hallarda adət etdiyimiz kimi sıxlıq vahidi qram bölünsün kub. santimetr (q/sm^3) götürülür.

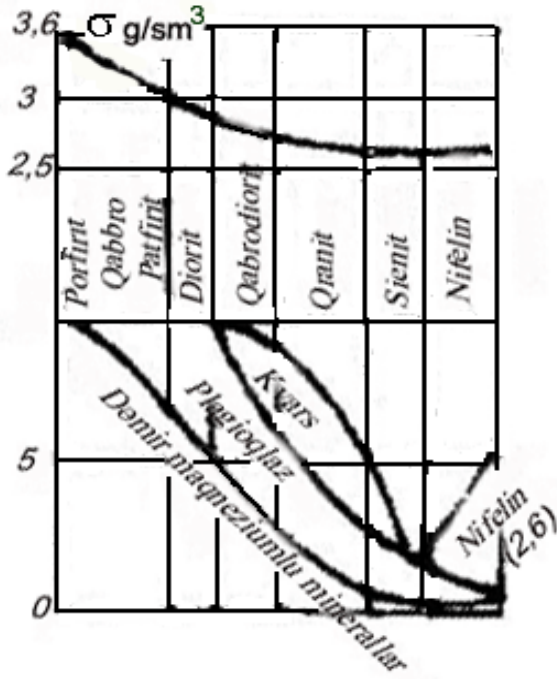
Süxurun sıxlığı süxurun tərkibindəki minerallardan, nəmlikdən və orada olan məsamələrdən asılıdır. Püskürmə və metamorfik yəni dəyişilmiş) süxurlarda, həm də bütün filizlərdə sıxlıq süxurun tərkibində olan minerallardan asılıdır, çünki məsamələr (boşluqlar) bu süxurlarda çox azdır, cəmi 1-2c təşkil edir və sıxlığın qiymətinə təsiri demək olar ki, yoxdur. Kristallik süxurlarda sıxlığa onun bəzi

struktur quruluşu təsir edir. Eyni kimyəvi tərkibə malik olan şüşəyə bənzər süxurların sıxlığı dənəvarı kristallik süxurun sıxlığından azdır. Püskürmə süxurlarında orta sıxlığın artımı əsasi süxurların artması ilə əlaqədardır: turş süxurlarda 2,5-2,7 qsm³, əsasi süxurlarda 2,8-3 qsm³, ultra əsasi süxurlarda 3-3,3 qsm³ (şək.43). Püsgürmə süxurlarında sıxlığı artması süxurun tərkibində olan ağır mineralların maqneziumlu dəmirin zənginliyinin S artması ilə artır; 5-ci cədvəldə püskürmə və maqmatik süxurların sıxlığı verilmişdir.

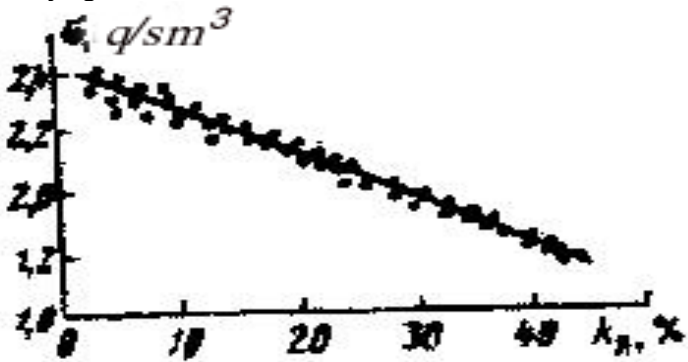
cədvəl 5

süxurlar	Sıxlıq qsm ³			Süxurlar	Sıxlıq qsm ³		
	σ_{mn}	σ_{max}	σ_{or}		σ_{mn}	σ_{max}	σ_{or}
Tuf	--	-	1.80	Diabaz	2,80	3,11	2,96
Qranit	2,52	2,81	2,67	Peridotit	3.15	3.28	3,23
Sienit	2,63	2,90	2,76	Dunit	3.25	3,33	3,29
Diorit	2,72	2,96	2,84				

Çökmə süxurlarında sıxlıq σ orta hesabla süxurların sıxlığından azdır və süxur daxilində olan boşluqlardan çox asılıdır. Bu süxurlar üçün yeni çökmə süxurlar üçün K_m (məsaməllik əmsalı) 20-30 %, gil üçün isə 50%-ə çatır. Süxurun daxilində boşluqlar artdıqca sıxlıq azalır (şəkil 44). Süxurun məsamələri su ilə dolduqda, yəni nəmlik artdıqda süxurların sıxlığı 5-15% artır.



Şəkil 43. Maqmatik süxurların orta sıxlığının σ_{or} maddi tərkibindən asılı - lığı V.İ.Luçitskiyə görə.

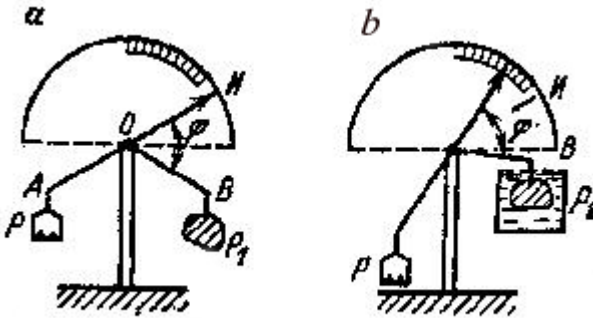


Şəkil 44. Çökmə süxurlarının sıxlığının σ onun məsaməliliyindən K_m asıllığı.

Çökmə süxurların sıxlığı təzyiqlə artdıqda məsaməliliyin azalmasına səbəb olur. Süxurda boşluqların həcmnin azalması ilə bərabər sıxlıq artır. Ona görə də qırıqlıq zonalarında (ərazilərində) eyni süxurun sıxlığı platformalardakı sıxlıqdan böyük olur. Bundan başqa qədim süxurların sıxlığı yeni əmələ gələn süxurlardan, dərinlikdə olan süxurun sıxlığı Yerın səthinə yaxın olan süxurun sıxlığından daha çox olur. Süxurların metamorfikləşməsi də onun sıxlığının artmasına səbəb olur, çox nadir hallarda bu proses sıxlığın azalması ilə qurtarır.

Litaloji tərkibin dəyişməsi sıxlığın dəyişməsinə müqayisə olunacaq dərəcədə təsir etmir, ancaq bir neçə süxurlar üçün bunlar nəzərə alınacaq dərəcədə fərqlənirlər, məs. anhidrid—2.9, gips—2.3 qsm³, daş duz—2.1 qsm³.

Filiz mineralları ilə zənginləşən süxurlarda sıxlıq artmağa başlayır, bu artım 3.5-4.0 qsm³ qədər olur, bu işə filiz mineralının sıxlığından və faizlə miqdarından asılıdır. Bir qayda olaraq filizlərin sıxlığı çox böyük olur (3.5-dən 5 qsm³), oksidləşmiş filizlər isə kiçik sıxlığa malikdir (1.5-2.0 qsm³). Aşınma prosesi zamanı adətən süxurlarda məsamələrin (boşluqların) artmasına səbəb olur və beləliklə süxurun sıxlığının azalması müşahidə olunur. 6-cı cədvəldə çökmə süxurların sıxlığı haqda məlumat göstərilmişdir.



Şəkil. 45.Samsonov densitometrinin prinsipl sxemi.

Sıxlığı təyin etmək üçün kəsilişdə süxurların açıq Yerlərindən nümunələr götürülür. Bu nümunələr 150—200 q çəkisində olmalıdır. Hər müxtəlif növ süxur üçün bu nümunənin hər birindən 50—100 nümunə düzəldilir. Götürülən nümunələr geoloji kəsilişi tam təsvir etməlidir. Çoxlu nəmliyə malik süxurların sıxlığını təzə, nəmliyini itirməmiş süxurlarda təyin edirlər.

Bərk süxurların sıxlığını hidrostatik çəkmə yolu ilə xüsusi olaraq düzəldilmiş densitometrlə təyin edirlər. Nümunənin kütləsini havada çəkirlər r_1 və sonra ipdən asıb suda çəkirlər r_2 və aşağıdakı düsturla sıxlığını hesablayırlar

$$\sigma = \frac{P_1}{(p_1 - p_2)}$$

Bu cihaz sıxlığı çox dəqiq və tez təyin etməyə imkan verir. Cihazın dəqiqliyi ($0.01—0.02 \text{ q/sm}^3$) -dir. Densitometr tərəziyə bənzəyir (şəkil 45), qolları qırıq formadadır, AO və OV qolları bərabərdir, bunlar bir-biri ilə bucaq əmələ gətirir, bu bucaq ($180^\circ - \varphi$) qədərdir. Tərəzidə nümunənin kütləsini havada təyin edir (şəkil 45a). Bunu hər hansı çəki daşı ilə tarazlaşdırırlar və tərəzinin oxunun durduğu yerləşir qeyd edirlər İ. Sonra nümunəni suya salırlar (şəkil 45b) və sıxlığı tərəzinin şkalasından hesablayıb q/sm^3 götürürlər.

Cədvəl 6.

süxurlar	sıxlıq q/sm^3		Məsaməllik c
	Quru halda	su ilə doymuş halda	
Torpaq	0,75-2,00	1,40 - 2,40	20 - 70
Qum	1,37-1,81	1,85 - 2,15	30 - 65
Qum daşları	1,60-2,63	2,00 - 2,77	0 - 51
Gil	1.06-2,37	1,59 - 2,48	10 - 63
Gilli şistlər	2,56-2,85	1,95 - 2,85	0 - 45
Əhəngdaşları	1,51-2,60	1,80 - 2,65	0 - 38
Tabaşır	1,53-2,22	1,96 - 2,40	18 - 43
Dolomit	2,33-2,68	2,63 - 2,68	5 - 10

Mərmər	2,65-2,86	2,66 - 2,86	0 - 5
Anhidrid	2,90-2,96	-	-
Gips	2,20	-	-
Daş duz	2,10	-	-

Süxurların sıxlıqlını onların yerləşdiyi yerdə təyin etmək üçün radioaktiv üsuldən istifadə edirlər. Bundan başqa, sıxlığı qravitasiya üsulu ilə quyularda təyin edirlər.

§44. Qravitasiya anomaliyasının geoloji təbiəti və qravi kəşfiyyatın istifadə olunma sahələri

Yerin qravitasiya sahəsi onun daxili quruluşundan, formasından və Yer qabığının bircinsli olmayan mürəkkəb tərkibindən asılıdır. Birinci yaxınlaşmada hesab edirlər ki, Yer qabığı üç hissədən ibarətdir: çökmə, qranit və bazalt layından ibarətdir. Bunlar da müxtəlif sıxlığa malikdir. Çökmə laylar üçün sıxlıq 2.4 q/sm^3 , qranitoid 2.7 q/sm^3 (Konrad layının sərhəddi K), bazalt üçün 2.9 q/sm^3 -dir. (Maxaroviçiç layının sərhədi M).

Bundan altda Yer qabığının altındakı kütlə (üst mantiyanın maddələri) sıxlığı 3.3 qsm^3 təşkil edir. Hər bir qatda maddənin sıxlığı sabit qalmır, dəyişir. Bu isə Yer qabığının üst qatlarında geoloji hədəflərin olması ilə əlaqədardır. Bu hədəflər ya böyük, ya da kiçik sıxlıqlı olurlar, öz növbəsində qravitasiya anomaliyası yaradır. Bu anomaliyaların qiyməti və forması sıxlığın çoxluğundan, geoloji hədəfin ölçülərindən, yerləşdiyi dərinlikdən və formasından çox asılıdır. Bu da imkan verir ki, ərazidə geoloji xəritəalma, tektonik rayonlaşma və faydalı qazıntıların axtarışı üçün qravi kəşfiyyat işləri aparılsın.

Qravimetrik planalma geoloji xəritəəlmada intruziyaların, qranit kütləsinin, çökmə süxurlar altında qalan ultraəsasi massivlərin sərhədlərini müəyyənləşdirir. Çökmə süxurlar ilə üstü basdırılmış ağır süxurların çıxıntılarının izlənməsinə və aşkar edilməsinə kömək edir. Əsasi və ultraəsasi süxurların intruziyaların artıq sıxlığa malik olmaları ilə fərqlənilir, Yerın səthində bunlar üzərində müsbət qravitasiya anomaliyası yaranır, turş intruziyalar (qranitlər) metamorfik süxurlar

içərisində isə sıxlığın azalması qeyd olunur və bu süxurlar üzərində mənfi qravitasiya anomaliyası müşahidə olunur.

Tektonik rayonlaşmada qravi kəşfiyyat üsulu qırışıqlıq sahələri platforma sahələrindən ayırmağa imkan verir, çünki qravitasiya sahəsi bu sahələr üzərində kəskin sürətdə dəyişir. Qırışıqlıq sahə regional mənfi anomaliya yaradır. Bu anomaliyanın amplitudu bir neçə yüz milli qal qiyməti ilə təsvir olunur. Bu prosəs Yer qabığının qalınlığının artması ilə izah olunur. Qırışıqlıq sahələrdə böyük sıxlığa malik olan Yer qabığının alt layları daha dərinlərə batmış olurlar.

Platforma sahələrində sərbəstdüşmə təcilinin orta qiyməti normal qiymətə yaxın olur. Belə şəraitdə lokal (məüyyən hüdudda) kiçik amplitudlu anomaliyalar müşahidə olunur, buda 5-10 milli qaldan artıq olmur.

Platforma sahələrində anomaliya başlıca üç dəlillə əlaqədardır: 1. Çökmə süxurun quruluşu, tərkibi və qalınlığı; 2. Fundamentin üst relyefi; 3. Fundamentin tərkibi.

Qravimetrik planalma Yerin dərin qatlarının quruluşunu və neft-qaz yataqlarının axtarışında və kəşfiyyatında geniş istifadə olunan üsullardandır. Bu onunla izah olunur ki, neft yataqlarına malik olan strukturalar böyük əraziyə və müxtəlif sıxlıqlara malikdir. Duz günbəzləri belə strukturalara misal ola bilər. Bu duz künbəzi intruziyası yuxarıda yerləşmiş layı yarıır və qismən onu yuxarı qaldırır. Duz künbəzinin qanadlarında neft və qaz saxlayan kollektorlar olurlar. Daş duz künbəzinin sıxlığı ($2q/sm^3$) daxil olduğu süxurun sıxlığından az olur ($2.2—2.4 q/sm^3$), ona görə də duz künbəzləri kiçik qiymətli qravitasiya sahəsi ilə təsvir olunur. Belə qravitasiya minimumu 20-30 mQal qədər olan ərazi Xəzər dənizi düzənliyində (ovalığında) və geoloji əyalətlərdə rast gəlinir.

Qravimetrik kəşfiyyatda nisbətən asan aşkar olunan antiklinal qırışıqlı strukturlardır. Bu strukturlarda layların baş-başa gələrək qübbə şəklində qalxması nəticəsində bura neft-qaz yataqları üçün əlverişli struktura çevrilir. Mürəkkəb antiklinal qırışıqlı ərazilərdə yataq qanadlarda da ola bilər. Antiklinal qırışıqlı ərazidə qravitasiya

anomaliyasının maksimal qiyməti qeyd olunur; Belə strukturlar qalxım kimi özünü göstərir, deməli, böyük sıxlığa malik olan süxurlar səthə daha yaxın olurlar. Ançaq təbiətdə antiklinal qırıışıqlar özlərini minimal qravitasiya anomaliyası kimi göstərir. Bu o vaxt ola bilir ki, sıxlığı çox olan layın qalınlığı az olsun, Bundan başqa belə hal o vaxt müşahidə edilir ki, süxurda çatların miqdarı artır və yaxud fatsiyaların sıxlığının azalması baş verir. Belə strukturlardan misal üçün Abşeron yarımadasını və Xəzər çökəkliyinin strukturunu göstərmək olar.

Filiz yataqlarının və faydalı qazıntıların axtarışında son vaxtlar qravimetrik kəşfiyyat geniş istifadə olunmağa başlayıb. Qravi kəşfiyyatı dəmir filizinin, xromit kütlələrinin, mis, nikel, qurğuşun, almaz və s. yataqların axtarışında da geniş istifadə olunmağa başlanıbdır. Filiz yataqlarının və filiz kütlələrinin axtarışında, əsasən, onun formasını, ölçülərini və yaratdığı anomal sıxlığı nəzərə almaq lazımdır. Belə hədəflər, bir qayda olaraq, böyük qradiyentə, nisbətən böyük olmayan özünəməxsus müsbət anomaliya yaradır.

Qravitmetrlə sərbəstdüşmə təcilinin qiymətinin dəqiq təyin olunması qravimetrik planalmanın geoloji məsələlərin həllində geniş istifadə olunması imkanını artırdı.

XI Fəsil

QRAVİ KƏŞFİYYAT CİHAZLARI VƏ ÖLÇMƏ ÜSULLARI

Qravitasiya sahəsini ölçmək üçün qravi kəşfiyyatda üç tip cihazdan istifadə olunur.

1. Rəqqaslı cihazlar. Bunun əsas hissəsi onun rəqqasıdır, şaquli müstəvidə rəqsi hərəkət edir. Bu cihazlarda, əsasən rəqqasın hərəkətini müşahidə edirlər və bilavasitə bir rəqsə sərf olunan zamanı təyin

edilir. Rəqqasın rəqsinin dövrü (periodu) sərbəstdüşmə təcilinin qiymətindən asılıdır.

2. Bu qravimetr yaydan asılmış m qravitasiya kütləsinə malik olan cisimdir. Yükün çəkisi sərbəstdüşmə təcilinin qiymətindən asılıdır ($R=mg$). Yayın gərilməsi ilə təcilin nisbi dəyişməsinə təyin etmək olur.

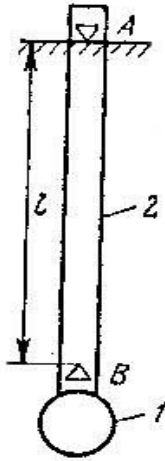
3. Qravitasiya variometrleri və qradientometrlerin sistemləri tərəzi kimi təqdim edilir. Bu cihazlarla qravitasiya potensialının ikinci törəməsinə təyin edirlər.

§45. Sərbəstdüşmə təcilinin rəqqaslı cihazla təyini

Rəqqaslı cihazın köməyi ilə sərbəstdüşmə təcilinin həm mütləq, həm də nisbi qiymətini təyin etmək olur. Rəqqaslı üsulun əsas ölçmə prinsipi rəqqasın izoxron rəqsinə əsaslanır. Ən sadə rəqqaslı cihaz horizontal ox ətrafında sərbəst rəqsi hərəkət edən bərk cisimdir Şəkil 46. Bəzi hallarda dövr edən rəqqaslardan istifadə edirlər . Rəqqasın 1 çubuğuna 2 iki prizma geyindirilib A və V , tilləri üzbəüz istiqamətdə qoyulub, bunlar arasındakı məsafə rəqqasın uzunluğuna bərabərdir l . Rəqqas hər iki prizma üzərində rəqs edə bilər, bu mexanizm hər iki prizma üzərində rəqs zamanı rəqs dövrü hər iki hal üçün sabit olur (yəni eyni olur). Belə rəqqaslar Sərbəstdüşmə təcilinin qiymətini böyük dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir. Rəqs dövrü (periodu) rəqqasın uzunluğundan və müşahidə məntəqəsində sərbəstdüşmə təcilindən g asılıdır.

$$T=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Rəqqasın uzunluğunu və rəqs dövrünü (periodunu) bilərkən bu düstürlə sərbəstdüşmə təcilinin qiymətini təyin edə bilərik. Rəqslərin dövrlərini xüsusi metodika (üsulla) ilə təyin edirlər. Bu metodika ilə sərbəstdüşmə təcilinin ölçmə dəqiqliyi xəta ilə birlik



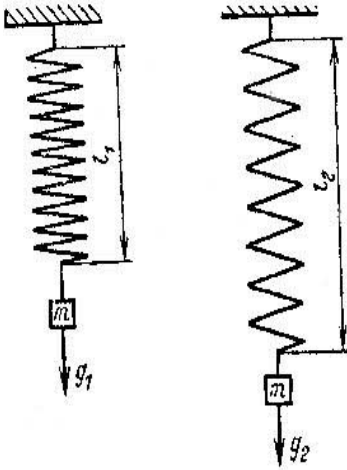
Şək.46. Dövrü rəqqas.

də 1mQal-dan çox olmamalıdır, yəni sərbəstdüşmə təcilinin milyonda bir qiyməti dəqiqliyində, rəqqasın uzunluğu və rəqslərin dövrünü də həmin dəqiqlik nisbətində təyin etmək vacibdir. Bunun üçün müşahidə nöqtələrində ölçülərin sayını artırmaq lazımdır. Beləliklə, bir nöqtədə ölçmə üçün 8-13 saatdan çox vaxt tələb olunur. Belə az məhsuldar iş indiki dövrdə geofiziki xidmət idarələrini qane etmir. Bir tərəfdən rəqqaslı müşahidələr imkan verir ki, sərbəstdüşmə təcilinin mütləq qiymətini təyin etsin, ona görə də bu cihazlarla istinad (dayaq) məntəqələrində sərbəstdüşmə təcilinin mütləq qiyməti təyin olunur (Potsdam, Pulkova) və bütün Yer kürəsinin hər nöqtəsində təyin olunan qiymətləri burada təyin olunan qiymətlərlə əlaqələndirirlər. Müasir rəqqaslı cihazlar vasitəsilə müşahidə aparmağa çox cüzi vaxt tələb olunur və ölçülən qiymət böyük dəqiqliyə malik olur (milli Qalın 100-dən biri) və bu cihazların qravimetrik axtarış işlərində geniş istifadə olunmasına imkan yaradır.

§46. Qravimetr haqqında qısa məlumat

Bütün qravimetrlər sərbəstdüşmə təcilinin nisbi qiymətini təyin etmək üçün istifadə olunur. Bir məntəqədə təcilin tam qiymətini

yox, nöqtəyə nisbətən sərbəst düşən cismin təcilinin dəyişməsinə təyin edirlər. Sadə qravimetr yaylı tərəzi prinsipi əsasında qurulub (şəkil 47), yəni yaydan asılmış yükə təsir edən qravitasiya sahəsinin qüvvəsi yayın elastiklik qüvvəsi ilə tarazlaşır. Bu halda yaydan asılan yük irəlləmə hərəkəti edir. Sərbəst düşən cismin təcili ilə yayın elastiki qüvvəsi arasında olan tarazlıq aşağıdakı şəkildə ifadə olunur.



Şəkil 47. Yaylı qravimetrin sxemi.

$$mg = \tau l$$

burada yayın elastiklik əmsalı, l yayın uzunluğudur. Burada yayın uzunluğunu dəqiq təyin etmək mümkün olmadığı üçün ölçməni iki məntəqədə aparırlar.

$$mg_1 - mg_2 = \tau (l_1 - l_2) \quad \Delta g = \tau \Delta l / \text{mm}$$

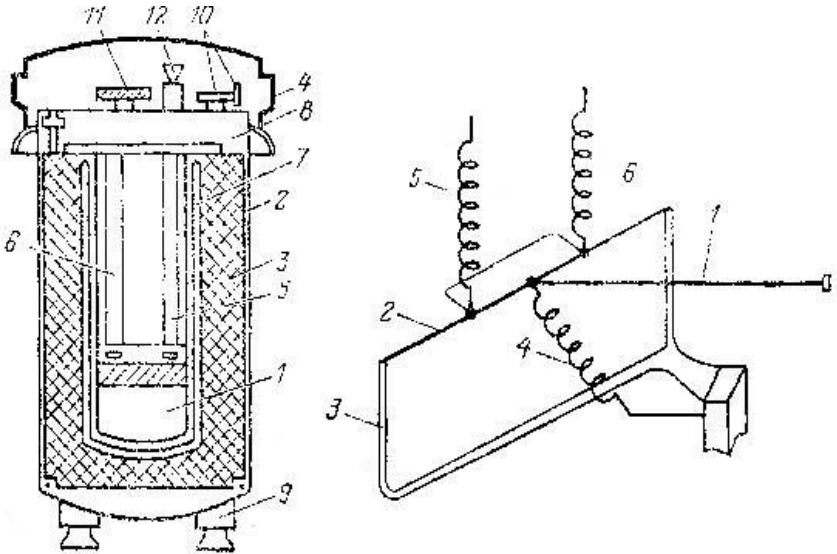
Buradan görünür ki, sərbəst düşən cismin təcilinin dəyişməsi yayın uzanmasına səbəb olur.

Elastiki sistemin quruluşuna görə qravimetrlər üç qrupa bölünürlər: 1. kvars saplı
2. metallik 3. qaz vasitəsi ilə.

Qravi axtarış işlərində geniş istifadə olunan kvars sapdan asılan astazirləşmiş sistemli qravimetrlərdir. QAK-3M, QAK-4M, QAK-PT, KBT-1M, QAK-6, KNU-KS, KNU-KA.

Bütün qravimetrler şaquli Qolitsin seysmoqrafları əsasında qurulub. Hər özündən sonra hazırlanan qravimetr daha dəqiq və əvvəlkinin təkmilləşmiş formasıdır.

Qravimetrler üç əsas hissədən ibarətdir: 1. Cihazın özü, yəni ölçmə sistemi; 2. Xarici gövdə hissəsi (qabı); 3. Xarici temperaturdan qorunmaq üçün termostat (qab şəkl 48a).



Şəkil 48. Kvars qravimetri.

A-qravimetrin sxemi; 1 Kvars sistemin gövdəsi. 2-Cihazın metal gövdəsi. 3-İstilikdən mühafizə qatı. 4. Qulp 5.Optik sistem yerləşdirilən orta hissə. 6. Ölcməni müvazinətə gətirmək üçün qurğu. 7. Düar qab. 8. Üst qapaq. 9. Cihazı tarazlamaq üçün vint. 10. Hesabat gətirmək üçün qurğu. II. İşıqlandırıcı lampanın patronu. 12. Okulyar. b) Qravimetrin elastik sisteminin sxemi. 1- Rəqqas. 2-kvars sap. 3-Çərçivə. 4-Əsas yay. 5-Diapazon yayı. 6- Ölcməni müvazinətə kətirmək üçün qurğu.

Bu cihazların quruluşu, elastik sistemə təsiri və əsas hissələri demək olar ki, eynidir. Ölçmə əməliyyatı və cihazın işə hazırlanması prinsip etibarlı ilə bir-birindən heç fərqlənmir. Kvars qravimetrlərin

əsasını onun elastiki hissəsindən ibarətdir, bu kvars sapa yapışdırılmış rəqqasdan ibarətdir, kvars. sap tarım çəkilərək qravimetrin çərçivəsinə bağlanılır (şəkil 48b). Rəqqasın tarazlıq vəziyyəti kvars sapın burulma elastik qüvvəsi hesabına (üfqi müstəvidə) bir də əsas yayın elastiklik qüvvəsi hesabına yaradılır (əldə olunur). Prinsip etibarı ilə sistemin işi kompensasiya üsuluna əsaslanır. Nəticə aşağıdakından ibarətdir. Sərbəstdüşmə təcili dəyişdikdə rəqqasın ilk tarazlıq vəziyyətindən kənara çıxması o vaxta qədər davam edir ki, yayı deformasiyaya məcbur etdirən qüvvə və kvars sapın burulma elastik qüvvələri təcilin dəyişməsi ilə tarazlaşsın. Rəqqası üfqi vəziyyətə gətirmək üçün qravimetrdə tarazlaşdırıcı sistem qoyulmuşdur, bu ölçü yayı və hüdudlarla təqdim olunur. Xarici qabda qoyulmuş mikrometrik vintlə 2 (şəkil 48 bax) ölçü yayı o qədər fırladılır ki, rəqqasın kölgəsi mikroskopun borusunda olan sıfır bölgüsü ilə üst-üstə düşsün. Sərbəstdüşmə təcilinin qiymətini hesabat şkalasından mikrometrin fırlanma dövrlərindən götürürlər. ölçülən qiyməti sərbəstdüşmə təcili vahidlərinə çevirmək üçün (milliqal) əvvəlcədən cihazın ölçmə sistemindəki şkalanın bir bölgüsünün qiyməti ilə təyin olunur. Şkalanın bir bölgüsünün qiyməti mikrometrin bir dövrünə düşən milliqalın sayıdır. Qravimetrin dərəcələnməsi çöl işinə başlamazdan qabaq, həm də iş qurtardıqdan sonra aparılır. Eyni zamanda hər dəfə qravimetr təmirdən çıxdıqdan sonra dərəcələnmə işi məcburi aparılmalıdır. Dərəcələnmənin dəqiqliyi, planalınmanın dəqiqliyindən asılıdır.

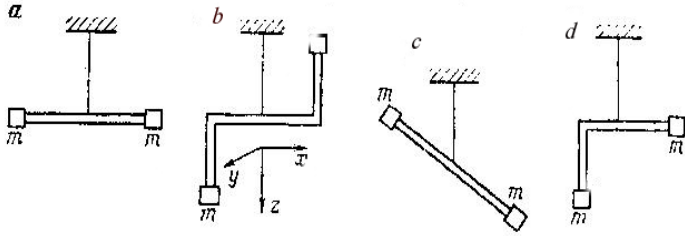
Qravimetrlər sərbəstdüşmə təcili məlum olan məntəqələrdə dərəcələdikdə ölçmələri üç-beş məntəqədə aparmaq lazımdır (Qravimetrik təcrübə meydanı). Əgər sərbəstdüşmə təcilinin iki məntəqədə dəyişməsi Δg -dirsə, onda birinci məntəqədə ölçülən qiymət n_1 , ikincidəki n_2 , onda şkalanın bir bölgüsünün qiymətini təyin etmək üçün sərbəstdüşmə təcilinin dəyişmə qiymətini bu iki məntəqədə götürülən qiymətlər fərqiə bölsək, ala bilərik

$$C = \frac{\Delta g}{n_1 - n_2} = \frac{\Delta g}{\Delta n}$$

Bütün məntəqələrdə aparılan hesablamaların qiymətlərinin orta hesabi qiyməti şkalanın bir bölgüsünün qiyməti kimi götürülür.

§47. Qravitasiya variometri və gradientometrələr haqda qısa məlumat

Qravitasiya potensialının ikinci törəməsini təyin etmək üçün variometr və gradientometrlərdən istifadə olunur. Bu cihazlar Yer səthində qravitasiya sahəsinin dəyişməsinə çox həssasdırlar. Cihazın əsas hissəsi burulma tərəzisidir, yüklər müxtəlif üfüqi müstəvilərdə yerləşir (şəkil 49). Volfram, iridiumlu platin, yaxud əridilmiş kvars sapdan asılmış, uclarına yük bağlanmış içi boş boruya tərəzinin qolu deyilir. Tərəzinin qolu müxtəlif quruluşa malik ola bilər, sapdan asılaraq fırlanır, böyük dövrlü rəqsi hərəkət edir, belə tərəzilərdə rəqsi hərəkətin sönməsinə uzun vaxt sərf olunur.



Şəkil 49. Burulan tərəzilər; a-qollu, b-üfüqi, v-z şəkilli, q-meylli, d-Q şəkilli

Qolun hərəkəti müşahidə məntəqəsində qravitasiya sahəsinin xüsusiyyətindən, nəticə etibarlı ilə hədəfin geoloji quruluşundan asılıdır. Əgər cihazı bircinsli qravitasiya sahəsinə qoymuş olsaq, onda sərbəstduşmə təcilinin qiyməti bütün nöqtələrdə həm qiymət, həm də istiqaməti cəhətdən eyni olaçaq və üfüqi fırlanma momenti yaratmayacaqdır. Tərəzi sapdandan asılmış vəziyyətində dayanacaqdır. Əgər cihazın yaxınlığında böyük (yaxud kiçik) sıxlığa malik olan geoloji hədəf yerləşirsə və bu hədəfin sıxlığı bunu əhatə edən mühitə nisbətən dəyişirsə, onda burada sahə bircinsli olmayacaq, tərəzinin gözləndəki yüklərə (sağ və sol yüklərə) təcilin vektorunun qiymə-

tindən və istiqamətindən asılı olaraq sahələr müxtəlif cür təsir edəcəkdir. Bu qüvvənin komponentləri (buqüvvəni təşkil edən hissələr) üfüqi müstəvi üzərində çüt qüvvə yaradacaqdır, bu da tərəzinin qolunu o vaxta qədər fırladacaqdır ki, bu çüt qüvvələrin təsiri tərəzinin qolu asılan sapın elastik burulma qüvvəsi ilə tam tarazlaşsın. Beləliklə, tərəzinin qolunun vəziyyəti qravitasiya sahəsinin qeyri bircinsli olub olmamasından asılıdır. Bu qeyri-bircinslilik variometrlə ölçülür. Cihazın daxilində burulma tərəzisinin vəziyyəti optik sistemin köməyi ilə müəyyən olunur, ya fotolövhyə yazılır yaxud da cihazın şkalasından hesabat götürülür (qradientometr). Əgər sistem asılmış kvars sapın açılmış vəziyyətini n_0 , sahənin təsiri ilə sapın burulmuş vəziyyətini n_1 qeyd etmiş olsaq, onda tərəzinin qollarının tarazlıq tezliyini aşağıdakı düsturla göstərmək olar.

$$n_1 - n_0 = a(W_{xy} \cos 2\varphi + W_{\Delta} \sin \frac{2\varphi}{2}) + b(W_{y\alpha} \cos \varphi + W_{x\alpha} \sin \varphi)$$

burada a və b sabit kəmiyyətlərdir və sapın elastikliyindən, ətalət momentindən, tərəzinin mərkəzdənqaçma momentindən və cihazın optik dəstəyindən asılıdır. φ tərəzinin qolu ilə x oxu arasında olan bucaqdır, həmişə tərəzinin qolunu cənuba yönəldir, $W_{x\alpha}, W_{xy}, W_{y\alpha}, W_{\Delta}$ isə qravitasiya potensialının ikinci törəmələridir.

Qravitasiya variometrlərinin bir yox, iki qolu vardır. Ona görə də müşahidəni üç azimut istiqamətində aparmaq kifayətdir. Qravitasiya variometrlərində bir azimutdan başqasına keçid saat mexanizminin köməyi ilə avtomatik olur. Ölçü qiymətlərini yazmaq, şəkil çəkmək üçün lövhələrdən istifadə olunur. Bizim respublikada heç bir qravimetrik cihaz buraxılmır, mənə elə gəlir ki, buna heç ehtiyac da yoxdur.

XII Fəsil

ÇÖLDƏ QRAVİKƏŞFİYYAT İŞLƏRİ

§48. Çöl qravikəşfiyyat üsulları

Respublikamızda qraviplanalma, qravikəşfiyyat üsulunun texniki əsasnaməsinə əsasən aparılır. Qravimetrik planalmanın dəqiqliyi adi və nəzarət məntəqələrində ölçmənin dəqiqliyindən, hündürlüyün təyin olma dəqiqliyindən, sərbəstdüşmə təcilinin normal qiymətinin təyin olunma dəqiqliyindən və relyefə görə verilən düzəlişdən asılıdır. Qravikəşfiyyatın əsasnaməsinə əsasən planalmanın miqyası elə sıxlığa, dəqiqliyə və sərbəstdüşmə təcilinin elə anomal qiymətinə malik olmalıdır ki, bunun köməyi ilə qurulan qravitasiya anomaliya xəritəsi miqyasa uyğun gəlsin.

Hesabat xəritəsinin miqyası - 1:1000000

1:500000 1:200000 1:100000

İzoanomaliyaların en kəsiyi mQal

5

2

1

Hesabat xəritəsinin miqyası — 1:50.000 1:25.000 1:10.000

İzoanomaliyanın en kəsiyi mQal 0,50-0,25 0,25-0,20 0,2-0,1

Qravikəşfiyyat işləri müxtəlif geoloji məsələlərin həlli üçün istifadə olunur. Regional qravikəşfiyyat işləri geoloji zonaların xəritəyə alınmasında, böyük geoloji strukturların, tektonik rayonlaşdırılmasında geniş istifadə olunur. Bu o məqsədlə aparılır ki, əhəmiyyət kəsb edən ərazilərdə daha dəqiq işləri aparmaq üçün geoloji və geofiziki üsullar istifadə oluna bilsin. Hərtərəfli dəqiq qravi kəşfiyyat işləri o vaxt aparılır ki, orada geoloji axtarış məsələsi həll olunur: 1. Neft və qazla əlaqəli ərazilərin tektonik quruluşunun öyrənilməsi. 2. Böyük faydalı qazıntılarla zəngin olan ərazilərin və yaxud süxurların yayılma istiqamətinin təyini. 3. Faydalı qazıntıları özündə cəmləşdirmə şəraitinə malik olan yerlərin strukturların aşkar edilməsi və s.

Qravikəşfiyyatla tədqiq olunan ərazilərdə sərbəstdüşmə təcilinin nisbi qiyməti təyin olunur. Qarşıya qoyulan məsələdən, planalmadan və fiziki geoloji şəraitdən asılı olaraq çöl işləri üsulları işlənib hazırlanır.

Öz xüsusiyyətlərinə görə qravimetrik planalma ya profil (marşrut) üzrə, ya da müəyyən sahə üzrə aparılır.

Profil üzrə planalma bir-birindən xeyli uzaqda ayrı-ayrı yerləşən düz xətt üzrə aparılır, bu ölçmələr həmin xətt üzrə sərbəstdüşmə təcilinin təyin olunmasına imkan verir. Eyni zamanda belə planalma Yer qabığının quruluşunu təyin etmək üçün aparılır. Bunu müəyyən ölçüyə malik olan geoloji hədəflərin öyrənilməsi, böyük tektonik blokların bir-birinə toxunduğu çatları, qırımları və laylarda yerləşən yataqların intensivliyinin təyini və etalon ərazidə anomaliyanın xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsi, qravimetrik planalmanın bu ərazidə aparılmasının səmərəliliyini və bu işləri aparmaq üçün üsulun seçilməsi və nəhayət dəqiq araşdırma profillərinin çəkilməsində istifadə olunur. Profil planalma mütləq şərti qəbul edilmiş hündürlükdə aparıla bilər, yəni sərbəstdüşmə təcili məlum olan məntəqə ilə heç bir əlaqəsi olmayan ərazidə.

Açıq sahələrdə planalma müəyyən sxem üzrə aparılır ki, bu da tədqiqat aparılan sahədə sərbəstdüşmə təcilinin izoanomal xəritəsini qurmağa imkan verir. Açıq sahələrdəki planalma eyni bərabərlikdə (bir ölçüdə) aparıla bilər, əgər profil boyu müşahidə məntəqələri arasındakı məsafə və profillərarası məsafə dəyişmirsə buna bərabər planalma deyilir, qeyri-bərabər planalma o vaxt adlanır ki, profillər arası məsafə müşahidə məntəqələri arasındakı məsafəyə nisbətən (bu nisbət 5:1-dən çox olmamalıdır) azdır. Açıq ərazidə planalmada əsasən müşahidə məntəqələri şəbəkədə kvadrat formada seçilir. Kvadrat şəbəkədən kənaraçıxma sahənin geoloji quruluşundan və sahənin xüsusiyyətindən asılıdır. Qeyri bərabər planalma, bərabər planalmaya nisbətən daha tez-tez istifadə olunur. Bu həm istehsal baxımından, həm də aprılmanın formasının uzunsov olmasından irəli gəlir.

Müşahidə məntəqələrinin şəbəkə sıxlığı planalma qarşısında qoyulan məsələdən, ölçülərdən, gözlənilən anomaliyanın intensivliyindən, hesabat xəritəsində seçilmiş izoanomalın en kəsiyindən asılıdır. Şəbəkənin sıxlığı axtarış və kəşfiyyat üçün maraq kəsb edən

hədəfin aşkar edilməsini və geoloji məsələləri həll etməyə kömək etməlidir.

Sərbəstdüşmə təcilinin anomaliyasını o vaxt etibarlı hesab etmək olar ki, bu üç profil üzrə müşahidə məntəqələrində anomaliya açıq aşkar ayrıla bilsin. Axtarış planalmada sərbəstdüşmə təcilinin anomal qiymətinin orta kvadratik xətası $\frac{1}{5}$ -dən böyük olmamalıdır,

regional planalmada isə həmin obyekt tərəfindən yaranan lokal anomaliyanın qiymətinin $1/3$ -dən çox olmamalıdır. Açıq sahələrdə profilli müşahidələr düz xətt boyunca aparılır və öyrənilən hədəfin uzandığı istiqamətə perpendikulyar olaraq iki-üç eninə profillərlə bir-biri ilə əlaqələndirilir. Tədqiqat aparılan sahələrdə başqa geofiziki üsulların profili keçirsə və yaxud qazma işləri aparılırsa, onda qravimetrik profil bu profillərlə birləşdirilməlidir.

Qravimetrik planalmada geodeziya işləri də aparılır. Bu işlər müşahidə məntəqəsinin koordinatlarının və hündürlüyünün dəqiq təyin edilməsini təmin etməlidir.

Çöl dayaq şəbəkəsi partiyanın işçiləri tərəfindən çöl işi başlamamışdan qabaq, yaxud planalma vaxtı yaradılır. Dayaq məntəqələri ərazidə bərabər yerləşdirilir, bu məntəqələrə getmək rahat olmalıdır, Yeri yaxşı tanınmalıdır. Planalmanın miqyasından asılı olaraq istinad müşahidə məntəqələri arasındakı məsafə bir neçə yüz metrədən 20-30 km-ə qədər dəyişə bilər.

Çətin keçilən ərazilərdə planalma işlərini eyni zamanda üç qravimetrlə aparmaq məsləhət görülür. Beləliklə, bir qravimetrlə alınmış səhv qiyməti nəzərə almaya bilərik.

Sərbəstdüşmə təcilinin müşahidə olunmuş qiymətinin orta kvadratik xətası məntəqədə aşağıdakı formula ilə təyin edilir.

$$\varepsilon_a = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{N - n}}$$

burada $\delta \Delta g$ -nin ölçülən qiymətinin orta qiymətdən kənara çıxmasıdır; N-ümumi ölçmələrin sayı, yəni müşahidə məntəqələrində ölçmələrin sayı, n isə ölçmə məntəqələrinin sayıdır.

Yer səthi planalma ilə yanaşı qravi kəşfiyyat işləri dağ mədənlərində, gəmilərdə və təyyarələrdə aparılır. Dənizdə aparılan tədqiqatlarda ən böyük dəqiqlik (0,1-1mQal) dənizin dibində aparılan ölçmələrdə mümkündür, bunun üçün suyun altında gəmidən və ya vertolyotdan idarə oluna bilən qravimetrlərdən istifadə olunur. Dərinlik 200 metrə qədərdir.

Havada aparılan qravimetrik planalma böyük sürətə görə çox aşağı dəqiqliyə malikdir (5-10 mQal). Bu ölçmələr qravitasiya sahəsini ümumilikdə müzakirə etmək üçün istifadə olunur.

§ 49. Çöl qravimetrik müşahidələrin kameral hesablanması

Qravimetrik müşahidələrdən alınan nəticələrin hesablanması gündəlik və kameral hissəyə bölünür. Gündəlik hesablamalar planalma vaxtı keyfiyyətli nəticələrin almasını təmin etməlidir. Bu hesablamalar aşağıdakıları özündə birləşdirir: adi və nəzarət məntəqələrində müşahidələrdən alınan qiymətlərin hesablanması, sərbəstdüşmə təcilinə ölçülən qiymətinin hesablanması, dayaq şəbəkəsinin bərabərləşdirilməsi, normal sahənin nəzərə alınması, yüksəkliyə görə düzəlişin aparılması, aralıq layların çəzibəsi, nəhayət anomaliyanın hesablanması da buraya daxildir.

Hesablamalar mütəmadi olaraq çöl işləri aparılan müddətdə yerinə yetirilir. Bu hesablamalar iki dəfə aparılır və hər iki hesablama tutuşdurulur. İlk materialları maşınla hesabladıqda xəta buraxmaq üçün nəzarət olunur. Çöl işləri dövrü qravitasiya anomaliyasının xəritəsi hazırlanır, xəritədə Buqə düzəlişləri nəzərə alınır.

Kameral hesablamalar çöl işləri qurtardıqdan sonra aparılır. Bu hesablamalarda aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır: tədqiqat aparılan ərazidə Yer səthinin quruluşunu nəzərə alan düzəliş, aralıq layların sıxlığının dəqiqləşdirilməsi, məntəqələrarası laylarda müxtəlif sıxlığa malik olan süxurlarda qravitasiya anomaliyasının hesablanması, mü-

xtəlif düzəlişlərlə xəritənin qurulması və nəhayət, alınan nəticələri geoloji təsvir edilir.

Ən axırncı düzəliş cihazın sıfır nöqtəsinin yerdəyişməsinə görədir ki, bu da dayaq nöqtəsində ölçmələrlə hesablanır.

Sərbəst düşmə təcilini hesablanılan zaman düzəlişlər verilir. Bunlar aşağıdakılardır: təcilin normal qiymətinə, müşahidə məntəqəsinin dəniz səviyyəsindən yüksəkliyinə; məntəqələrarası layların təsirinə və Yer səthinin quruluşunun təsirinə görə verilən düzəlişdir. (§ 29 bax).

Sərbəstdüşmə təcilinin anomaliyasının dəqiqliyini qiymətləndirmək üçün orta kvadratik xəta E_a aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$E_a = \sqrt{\varepsilon^2_{adu} + \varepsilon^2_{mz} + \varepsilon^2_B + \varepsilon^2_{\gamma_0} + \varepsilon^2_{u.c.p}}$$

Burada E_a adi, E_{dayaq} uyğun olaraq adi və dayaq nöqtələrində hesablanılan orta kvadratik xətalardır.

E_B , E_{γ_0} , E_r uyğun olaraq Buqə düzəlişinin, normal sahəyə və relyefə görə düzəlişlərin orta kvadratik xətasıdır.

Anomal qiymətlərdən hesablanmış nöqtələr qrafiki olaraq xəritə şəklində verilir. Eyni qiymətə malik nöqtələri izoxətlərlə birləşdirirlər. İzoxətləri müəyyən həddə (intervalda) aparırlar ki, buna izoanomalın ən kəsiyi deyilir. İzooanomalı ən kəsiyi planalmanın miqyasından asılı olaraq seçilir. (§36 bax).

Hesablama maşınlarını tətbiq etməklə hesablamalara sərf olunan vaxta qənaət olunur, dəqiqlik artır, ona sərf olunan xərclər azalır.

Sıxlığı təyin etmək üçün kəsilişdə süxurların açıq yerlərindən nümunələr götürülür. Bu nümunələr 150—200 q çəkisində olmalıdır. Hər müxtəlif növ süxur üçün bu nümunənin hər birindən 50—100 nümunə düzəldilir. Götürülən nümunələr geoloji kəsilişi tam təsvir etməlidir. Çoxlu nəmliyə malik süxurların sıxlığını təzə, nəmliyini itirməmiş süxurlarda təyin edirlər.

Bərk süxurların sıxlığını hidrostatik çəkmə yolu ilə xüsusi olaraq düzəldilmiş densitometrlə təyin edirlər. Nümunənin kütləsini havada çəkirlər r_1 və sonra ipdən asıb suda çəkirlər r_2 və aşağıdakı düsturla sıxlığını hesablayırlar.

XIII Fəsil

QRAVİMETRİK PLANALMANIN GEOLOJİ İZAHİ

Qravimetriyanın əks məsələsi geoloji hədəfin təhlili deməkdir, yəni geoloji hədəf üzərində təyin olunan anomaliyaya görə həmin hədəfi geoloji təsvir etmək, onun ərazidə yayılmasını, formasını və geoloji quruluşunu aşkar etməkdən ibarətdir.

Əks məsələnin həlli həm mürəkkəb, həm də çox qiymətlidir, çünki eyni anomaliya müxtəlif geoloji hədəflər tərəfindən yaradıla bilər. Əks məsələni həll etmək üçün rayonun geologiyası ilə yaxından tanış olmaq lazımdır və onun xassələri haqda məlumat olmalıdır. Süxurun və orada yerləşən filizin sıxlığı məlum olmalıdır və başqa geofiziki üsulların nəticələri də buraya əlavə olunmalıdır. Təbiidir ki, o sahələrdə qarşılıqlı əlaqələr aşkar etmək olursa, onda ərazinin quruluşu sadədir, bunlar haqqında olan məlumatlar etibarlıdır və tamdır. Sonra geoloji quruluşu məlum olmayan ərazini tədqiq etməyə başlayırlar. Burada qravitasiya anomaliyasının köməyi ilə bu və ya digər süxurun paylandığı sahə qeyd olunur, onun yayıldığı istiqamət və ölçüləri təyin edilir. Qravi kəşfiyyatın yekun materiallarını təhlil etmək üçün əsas parametrlər: İzonomaliya və Δg —nin qrafikası, geoloji kəsiliş və xəritə, öyrənilən süxurların fiziki xassələrinin nəticələri (sıxlıq) və bu ərazidə aparılmış başqa geofiziki tədqiqatların nəticələri, həmin ərazidə qazılan quyu materialları və aşağıdakılardır. Müxtəlif üsullarla alınan nəticələrin geoloji təhlili sadəcə müxtəlif informasiyaların cəmi kimi yox, burada iştirak edən üsulların hansının daha məlumatlı olmasını aşkar etməkdir. Təhlil prosesini üç əsas mərhələyə bölmək olar: alınan nəticələrin

keyfiyyətə izahı, məhəlli anomaliyanın ayrılması və miqdarca təhlili.

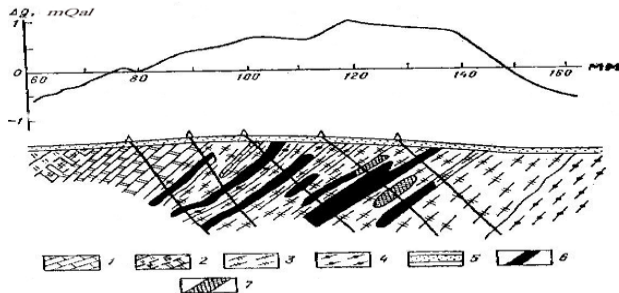
§ 50. Anomaliyanın keyfiyyətə təhlili

Anomaliyanın keyfiyyətə təhlili anomaliya yaradan hədəfin mənşəyinin, məkan daxilində vizual vəziyyətinin təhlili və bu sahənin morfoloqiyasına əsasən geoloji mənşəyinin aydınlaşdırılmasından ibarətdir.

Keyfiyyətə anomaliyaların təhlili bir qayda olaraq oxşarlıq (analogiya) üsuluna və geofiziki tədqiqatlar əsasında alınan nəticələrin müqayisəli təhlilinə, eyni zamanda geoloji planalmanın və quyu materiallarının müqayisəsinə əsaslanır. Nəticədə tədqiq olunan ərazinin geoloji quruluş sxemi tərtib edilir. Buna görə hər şeydən qabaq ardıcıl olaraq aşkar olunan anomal zonalar təsvir olunur və aşkar edilən geoloji hədəfin güman olunan mənşəyi göstərilir. (Anomaliya yaradan hədəfin forması, yerləşdiyi istiqamət, və dərinliyin təxmini ölçüləri).

Qravimetrik planalmanın indiki dəqiqliyi (0,05mQal) geoloji hədəfləri bir- birindən ayrılmaq üçün onların sıxlıqları arasında olan fərq 0,03-0,05 qsm³ –dan az olmamalıdır.

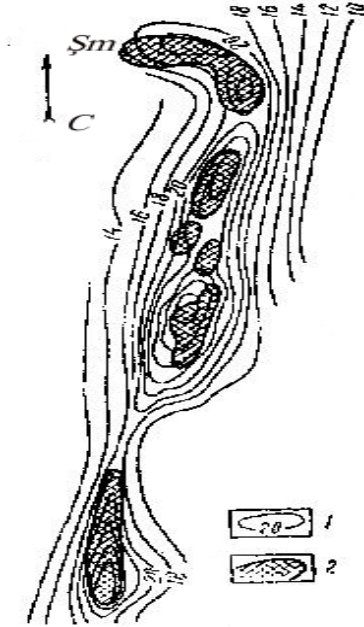
Təcrübədən təsdiq olunub ki, Δg anomaliyasının forması birbaşa həyəcanlanmamış geoloji kütlənin forması ilə əlaqədardır. Belə ki, izometrik anomaliyalar düz künbəzlərinin, kimberlit boruları, yuvaya bənzər filiz yataqları, izometrik intruziv kütlələr (böyük sıxlığa malik olan hədəflər üzərində) və buna bənzər hədəflər üzərində yarana bilər (şəkil 50).



Şəkil.50. Dəmir filizi hövzəsi üzərində ağırlıq qüvvəsinin sərbəst düşmə təcilinin, Δg ; anomal xəritəsi. 1-izoxətlər (mQal) milli qallarla; 2-filiz kütləsinin sərhədi.

Uzun anomaliya, yəni uzunluğu eninə nisbətən bir neçə dəfə çox olan anomaliyalar, antiklinal və sinklinal qırışıqlarla əlaqədardır, laya oxşar kütlələr tərəfindən yaradıla bilər (şəkil 51).

Müxtəlif sıxlığa malik olan süxurların birləşdiyi Yerlərdə qravitasiya anomaliyası kəskin dəyişir. Belə sahələr sınıb qalxmalar və sınıb aşağı düşmələr və yaxud da müxtəlif tərkibli böyük strukturların birləşmə zonalarında, byük intruziyaların soxulduğu süxurun



Şəkil 51. Dəmir filizi hövzəsi üzərində ağırlıq qüvvəsinin sərbəst düşmə təcilinin Δg -nin normal xəritəsi. 1-izoxətlər (mQal) milli qallarla; 2-filiz kütləsinin sərhədi.

təmas (birləşdiyi) yerlərində yarana bilər. Qravitasiya sahəsinin xüsusiyyətinə görə hədəfin təxmini olaraq hansı dərinlikdə

yerləşdiyi və hansı bucaq altda yatdığı haqda təxmini olaraq fikir söyləmək olar. Δg əyrisinin qanadları nə qədər kəskin aşağı düşərsə, bu hədəf çox dərinədə yerləşməyibdir (yerin səthində böyük qradiantli sahə yaradır). Əgər əyrinin qanadları simmetrikdirsə, onda cism (kütlə) dikinə durur. Əgər qanadlar simmetrik deyilsə, kütlə (cism) meyli yatır.

§ 51. Məhdud anomaliyaların ayrılması

Yer kürəsinin istənilən nöqtəsində yaranan anomal qravitasiya sahəsi yalnız anomal kütlələrin təsiri nəticəsində yaranır. Lakin konkret geoloji məsələni həll etmək üçün hər bir halda bu ümumi qravitasiya sahəsinin elə tərkib hissəsini ayırmaq lazımdır ki, bu sahə bizi maraqlandıran obyekt tərəfindən yaradılmış olsun, yəni. qalan kütlələrin təsiri nəzərə alınmasın.

Müşahidə olunan anomal sahədə bizi maraqlandıran anomaliyanın ayrılması ona əsaslanıb ki, hər bir kütlə istənilən nöqtədə qravitasiya effekti yaradır, bunun qiyməti təkcə on yaradan kütlənin ölçülərindən yox eyni zamanda bu kütlələr arasındakı məsafənin kvadratından və ölçmə məntəqələri arasındakı məsafədən asılıdır. Bu nəticə qravitasiya sahəsinin ən vacib xassələrindən biridir: uzaq məsafədə yerləşən kütlə yaxın məsafədə yerləşən kütlədən fərqli olaraq nəinki kiçik amplitudalı sahə yaradır, hətta kütlənin miqdarından asılı olaraq ona bərabər, lakin çox səlisləşdirilmiş (hamarlanmış) qeyri müəyyən, aydın olmayan formalı əyri yaradır.

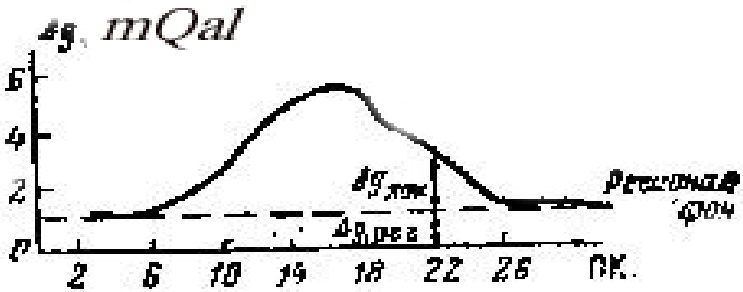
Həll olunan geoloji məsələnin xarakterindən asılı olaraq hesab etmək olar ki, sahə həm məhəlli, həm də erli anomaliyaların sahələrinin cəmindən ibarətdir. Ancaq qravitasiya sahəsini belə bölmək şərti xarakter daşıyır, çünki ola bilsin geoloji məsələnin həllindən asılı olaraq eyni bir anomaliya bir halda məhəlli, halda isə yerli anomaliya kimi baxılsın.

Əgər qravimetrik planalma kiçik miqyaslı geoloji xəritə alma üçün aparılırsa, onda qravitasiya sahəsi kökündən elə dəyişdirilir ki, nəticədə böyük ölçülərə malik olan anomaliyalar ayrılır, bu, öyrənilən geoloji strukturun ölçüləri ilə müqayisə oluna bilən ölçüdə

olmalıdır. Belə anomaliyalar səlisləşdirilmiş (hamarlanmış) formada olur, bu kiçik anomaliyaların təsiri yox edildikdən sonra alınır.

Böyük miqyaslı axtarış işlərində əsasən kiçik ölçülərə malik olan yerli anomaliyalar maraqlıdır. Bu anomaliyaların səlis ayrılmasına görə cəm sahənin qiymətindən məhəlli anomaliyanın qiymətini çıxmaq lazımdır.

Hal-hazırda çoxlu üsullar işlənilib hazırlanıb ki, qravitasiya sahəsini kökündən dəyişdirə bilər. Bunlardan ən sadəsi qrafiki üsuldür. Bir neçə paralel profil seçib bunların hər biri üçün Δg əyrisi qurulur. Qrafikləri təhlil edərək bu qrafiklərə ortaq qiymətli xətt çəkilir, yaxuda elə xətt çəkilir ki, bunun qiyməti profilin çox hissəsindəki qiymətlərə müvafiq olsun, bu isə məhəlli fonun qiymətinə bərabər olaçaqdır. Yerli anomaliyanın yaratdığı ümumi sahənin qiymətindən məhəlli fonun qiymətini çıxmaqla nail olurlar (şəkil 52). Qrafiki səlisləşdirmə usulunun sadəliyinə baxmayaraq çox effektivdir. Bu üsulun çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, bu əməliyyatı hesablama məşinində aparmaq olmur, yəni məşin dilinə salmaq hələlik çətindir.



Şəkil 52. Məhəlli fonun qrafiki üsulla ayrılması.

Qravitasiya sahəsini komponentlərə bölmək üçün çox hallarda orta qiymətə gətirmə üsulundan istifadə olunur. Bu, aşağıdakından ibarətdir. Tədqiq olunan ərazini bərabər sahələrə ayırırlar (dairə, düzbucaqlı, kvadrat). Hər bir sahədə alınan anomal qiymətlərin qravitasiya anomaliyasının orta hesabı qiyməti təyin olunur.

$$\Delta g = \Sigma \Delta g_n$$

burada Δg hər bir müşahidə məntəqəsində anomaliyanın qiyməti, n -sahədə müşahidə məntəqlərinin sayıdır.

Δg_{ort} qiyməti bu sahə üçün məhəlli sahənin qiymətinə uyğundur, çünki kiçik bircinsliliyə malik olan sahələr toplanılarda zəifləyir.

Belə halda ehtimal olunur ki, sahənin məhəlli tərkib hissəsi səlis dəyişir. Təçilin anomal qiymətini sahənin mərkəz hissəsində iki sahənin fərqi kimi təyin edirlər, yəni sahənin cəm qiymətindən bu sahənin orta qiyməti çıxılır.

$$\Delta g_a = \Delta g - \Delta g_{ort}$$

Bu üsulla böyük üstünlük sahənin ölçüsünün seçilməsidir. Təcrübədə sahənin ölçülərini sadə hesablamalarla, təcrübi olaraq seçirlər. Ən yaxşı nəticə o vaxt alınır ki, sahəyə düşən ölçmələr kifayət qədərdir müsbət və mənfi anomalionaların sayı da bərabərdir. Bu isə bizə imkan verir ki, yerli geoloji hədəfin yerini, formasını və ölçülərini tam təyin edə bilək.

§ 52. Anomaliyanın kəmiyyətə təhlili

Qravitasiya anomaliyasının kəmiyyətə təhlili ondan ibarətdir ki, həyəcanlanmış hədəfin formasını, ölçüsünü məkanda yerini, kütləsini və sıxlığını təyin etməyə imkan versin. Bu işlər riyazi formullarla qrafiki şəbəkələrin nəzəri əyrilərinin atlasından istifadə etməklə təyin olunur. Bunun üçün geoloji məlumatlardan və süxurun sıxlığı haqda olan məlumatdan mütləq istifadə olunmalıdır.

Kəmiyyətə təhlilin nəticələrindən istifadə edərək müəyyən istiqamətdə sxematik geoloji geofiziki kəsiliş, yaxud da səthin müxtəlif sıxlıqlı mühitini ayıran struktur xəritələri (sxemləri) qurulur, axtarış quyusu qazılması üçün təkliflər hazırlanır və nəhayət müxtəlif geofiziki işlərin aparılması üçün yeni layihə hazırlanır.

Qravikəşfiyyat təcrübəsində analitik üsuldən geniş istifadə olunmağa başlanıb. Bu üsul təkcə düzgün formaya malik olan cismlər üçün hesablanılıbdır. Seçmə üsulu geoloji hədəflərdən daha mürəkkəb formalı anomalionaları təhlil etməyə imkan verir.

Kəmiyyətcə təhlil üçün anomaliyanın uzanma istiqamətinə perpendikulyar hesablama profili seçilir.

Sadə formalı cisim üçün əks məsələnin analitik üsulla neçə həll olunmasına baxaq.

Çöl işində qravikəşfiyyat üsulu ilə simmetrik müsbət Δg anomaliyası alınıb (şəkil 53).

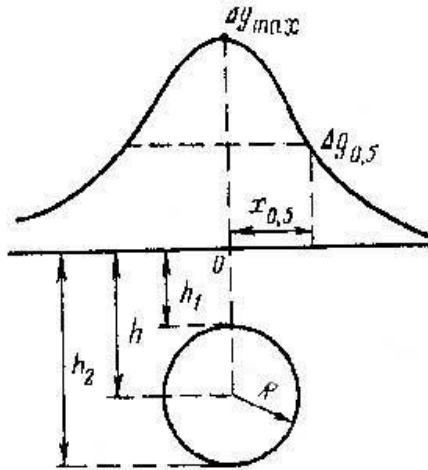
Kefiyyətcə təhlil işi apardıqan sonra belə nəticə çıxarmaq olar ki, anomaliyanın Δg sıxlığı anomaliyanın yerləşdiyi mühitin sıxlığından çoxdur və hədəf kürə formasına yaxın cisimdən ibarətdir. Kürə formalı cismin qravitasiya təsiri aşağıdakı formula ilə hesablanır.

$$\Delta g = GMh/r^3$$

G qravitasiya sabiti, M -cismin artıq qalan kütləsi, h kürənin mərkəzinin yerləşdiyi dərinlikdir.

$$r = \sqrt{h^2 - x^2}$$

Burada x absis oxu üzərində istənilən nöqtədir. Δg əyrisinin maksimum qiymətini kürənin mərkəzi üzərində təyin edirlər.



Şəkil.53. Kürə formalı kütlə üzərində Δg əyrisi.

$$\Delta g = GM/h^2$$

cünki x bu nöqtədə sıfıra bərabərdir. Maksimumdan $0_{0,5}$ məsafəsinə uzaqlaşan nöqtə üçün sərbəstdüşmə təcilinin qiyməti maksimum qiymətin yarısına bərabər olmalıdır.

$\Delta g_{0,5} = 0,5\Delta g_{\max}$ bərabərdir, buradan tənlik də qurmaq olar

$$0,5\Delta g_{\max} = GM/2h = \frac{GMh}{(x^2_{0,5} + h^2)^{3/2}};$$

$$2h^3 = (x^2_{0,5} + h^2)^{3/2}$$

Burada kürənin mərkəzinin yerləşdiyi dərinlik aşağıdakı formula ilə təyin olunur.

$$H = 1,3x_{0,5}$$

Artıq kütlə M aşağıdakı formul ilə təyin olunur.

$$M = \Delta g_{\max} h^2 / G$$

$X^{0,5}$ və Δg_{\max} qiymətləri anomal dəyişmə qrafikindən götürülür (şəkil 53-ə bax)

Əgər artıq sıxlıq σ kürəvari cism üçün məlumdursa, onda onun həcmi və R radiusunu aşağıdakı nisbətdə təyin edə bilərik.

$$M = V \cdot \sigma = \frac{4}{3} \pi R^3 \sigma$$

onda kürənin üst sərhədinə qədər olan dərinlik $h_1 = h - R$ və kürənin alt sərhədinə qədər dərinlik $h_2 = h + R$. Beləliklə, sərbəstdüşmə təcilinin qradient əyrisindən dərinliyi hesablamaq olar.

Analitik hesablama düstürləri müxtəlif cismlər üçün də işlənib hazırlanmışdır. Mürəkkəb formalı cismlər (kütlələr) üçün bu düstürlər də mürəkkəb olurlar, ərazidə anomaliyanın paylanması və əyrisinin forması da müxtəlif olur. Buna baxmayaraq, bütün hallarda yatım elementləri təyin oluna bilər. Bunu ya sərbəstdüşmə təcilinin anomaliyası ilə, ya da qravitasiya sahəsinin qradienti ilə təyin edirlər.

§ 53. Maqnit və qravi kəşfiyyatda təhlükəsizlik texnikası

Maqnit və qravikəşfiyyatda işlər təhlükəsizlik texnikasına düzgün riayət olunmaqla aparılmalıdır.

Qravi və maqnit kəşfiyyatı işlərində briqada iki nəfərdən ibarət olmalıdır. Təkcə bir operatorun işləməsi qadağandır.

Qravimetrdə və maqnitometrə və optik sistemlə işlədikdə məsləhət görülür ki, hər iki gözü açıq saxlayaraq ölçmələrin qiymətini görməlidirlər. Əgər müşahidə bir gözlə aparılırsa, onda növbə ilə hər iki gözlə baxmaq lazımdır. Əgər müşahidə səhrada, açıq dağ yamacında, qarla örtülmüş ərazidə aparılırsa, mütləq günəş şüalarından qorunmaq üçün gün eynəyindən istifadə etmək lazımdır. M-33 maqnitometrini çətin keçilən yer də apardıqca onun batareyalarını birləşdirici kəbellə birlikdə başqa adam aparmalıdır. Qravimetri bir nöqtədən digərinə kəmərlə bellərinə bağlayaraq aparırlar.

Kvars qravimetrinin laboratoriya şəraitində həssas hissəsi çıxarıldıqda mütləq qoruyucu eynəkdən istifadə etmək lazımdır. Əgər kvars sistemi sınısa, onda gözü şüşə qəlpələrdən eynək qoruya bilər. Bu cihazlardan mədən işlərində və qazma qüllələrində istifadə etmək üçün dağ mədən nəzarətçilərindən icazə alınmalıdır. Nəzarətçilər xüsusi göstəriş verməli, təhlükəsizlik texnikasına neçə rəyət etmək haqda təlim keçməlidir. Əgər kəşfiyyat işləri maşınla aparılırsa, cihazlar yolun kənarına qoyulmalıdır. Cihazları avtomaşının qabağına və arxasına qoymaq qəti qadağandır. Əgər maşın dayanıb ölçmə işləri aparılırsa, xüsusilə, həm enişdə, həm də yoxuşda sürücü kabinədən çıxmamalıdır. Bu halda həm əyləc, həm də sürət qutusu qoşulu olmalıdır.

Cihazla ildırım çaxanda və nəmli havada işləmək olmaz. İşə başlamamışdan qabaq bütün fəhlələrə bu qaydaları öyrətmək lazımdır.

ELEKTRİK KƏŞFİYYATI

Elektrik kəşfiyyatı Geofiziki axtarışların başlıca üsullarından biridir. Bu üsul Yerin alt qatlarında təbii və süni elektrik sahələrinin öyrənilməsinə əsaslanır. Bundan əlavə bu üsul Yerin geoloji quruluşunun tədqiqatlarında, geoloji xəritəəlmada, faydalı qazıntıların kəşfiyyatı və axtarışında bir çox müxtəlif hidrogeologiya məsələlərinin həllində, dağ mədən işlərində və s. də geniş istifadə olunur.

Elektrik axtarışları üsulunun tətbiq olunması süxurların elektrik xassəsinə görə bir-birindən fərqlənməsinə əsaslanıb. Elektromaqnit sahəsinin xüsusiyyəti öyrənilən ərazinin geoelektrik quruluşundan, filiz kütlələrinin formasından, onun ölçülərindən, yatım bucağından, yerləşdiyi dərinlikdən asılıdır.

Elektrik axtarışlarında qarşıya qoyulan tapşırıq tədqiqat aparılan ərazidə bilavasitə geoelektrik kəsilişlərinin qurulması və onun tədqiqindən ibarətdir. Süxurların elektrik xassələrini bilərək geoelektrik kəsilişində qarşıya qoyulan geoloji məsələni həll edə bilərik.

Hal-hazırda bütün elektrik axtarışlarında istifadə olunan üsullar işlədilən cərəyanın tezliyində aparılır.

1. Sabit cərəyan üsulu
2. Dəyişən cərəyan üsulu
- 3 Fiziki-kimyəvi mənşəli sahələr üsulu
4. Yüksək tezlikli dəyişən sahələr üsulu

Tətbiq olunma sahələrinə görə elektrik kəşfiyyat üsulu bir neçə növə bölünür: 1-dərinlik növü Yerin dərin qatlarının quruluşunu, Yer qabığı və mantiyanı öyrənməklə məşğul olan sahə. 2-geoloji quruluşu öyrənən, məhəlli, kömür, neft, qaz yataqlarını axtarmaq üçün aparılan kiçik miqyaslı geoloji planalma. 3-filiz-metal və qeyri-metal faydalı qazıntı yataqlarını axtarmaq üçün böyük miqyaslı geoloji xəritəalma. 4-dağ mühəndis-hidrogeoloji məsələlərinin həlli nəzərdə tutulur.

XIV. FƏSİL ELEKTRİK KƏŞFİYYATININ NƏZƏRİ ƏSASLARI

§ 54. Süxurların və filizlərin elektrik xassələri

Müxtəlif elektrik axtarışları üsullarının tətbiq (istifadə) olunması hədəflərin və bu hədəfləri özündə yerləşdirən süxurların müxtəlif elektrik xassəsinə malik olmasına əsaslanıb. Elektrik kəşfiyyatında süxurların elektrik xassələrindən istifadə olunur. Bunlardan ən vacibi və bütün üsullarda ölçüləni süxurun xususi müqavimətidir. Bunun ölçüləri aşağıdakı formul ilə təyin olunur ki, buna keçiricilərin müqaviməti deyilir.

$$R = \frac{\rho l}{s} \quad \rho = Rsl$$

Burada l keçiricinin uzunluğu, metrə s -keçiricinin en kəsiyini sahəsidir. Xususi elektrik müqavimətinin ölçü vahidi Ommetr qəbul olunub (Om.m). Xususi elektrik müqaviməti dedikdə bir kub metr süxurun istənilən üzü istiqamətinə perpendikulyar buraxılan elektrik cərəyanına göstərilən təsirdir. Bəzi hallarda elektrik kəşfiyyatında xususi elektrik keçiriciliyi məfhumu istifadə olunur. Bu kəmiyyət xususi elektrik müqavimətinin əks qiymətidir. $\gamma = 1/\rho$. Bunun ölçü vahidi BS beynəlxalq vahidlər sistemində simens bölünsün metr (Sim/m) - dir.

Süxurlar elə aqreqatdır ki, onun daxili minerallardan təşkil olunub, içində olan boşluqlar isə qaz və yaxud maye ilə dolmuşdur. Ona görə də süxurun xususi müqaviməti onu təşkil edən mineralların xususi müqavimətindən, miqdarından, ölçülərindən, formasından, boşluqların yerləşməsindən, bu boşluqların maye ilə dolma dərəcəsiindən və mayələrin tərkibindəki mineral duzların miqdarından asılıdır.

Mineralları xususi müqavimətinə görə üç qrupa bölmək olar.

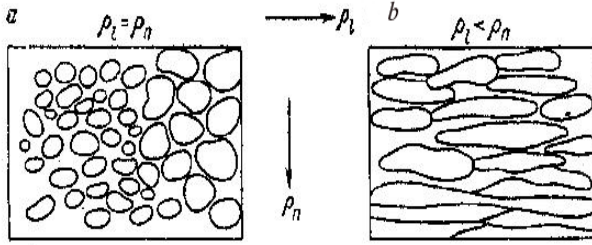
1. Pis keçiricilər $\rho > 10^8$ Om.m. Bu qrupa demək olar ki, bütün silikatlar aiddir: kvars, daş duz, təbii kükürd, mika, neft və başqaları.

2. Orta keçiriçilikli $\rho = 10^2 - 10^7$ Om.m. bu, bir neçə silikatlarla (serpentin), karbonatlarla (siderit) və çoxlu oksidlərlə (hematit, ilmenit, qonur daş kömürü, tərkibində duz olmayan su və başqaları ilə təmsil olunur.

3. Yaxşı keçiricilər $\rho < 10$ Om.m. buraya təbii mis, gümüş, sulfidlərin çoxu, bir neçə oksidlər (maqnetit, titanomaqnetit), qrafit, antrasit kömürü, duzlu sular (lay suları, dəniz suları) daxildir.

Demək olar ki, bütün süxur əmələ gətirən minerallar gips, filiz mineralları isə yaxşı elektrik keçiriciliyinə malikdir. Yaxşı keçirici minerallar süxurda adətən az olur. Əgər keçirici minerallar süxurun tərkibində düzülərək bir-biri ilə əlaqəli sementlənsə, yaxud da damar şəklində düzülərsə və süxuru dəlib keçirsə, onda süxur elektrik cərəyanını yaxşı keçirəcək (müqavimət azdır). Əgər filiz mineralları süxurun tərkibində bir-birindən sementlə və başqa pis keçirici minerallarla əhatə olunubsa, bunlar arasında birləşdirici bir əlaqə yoxdursa, cərəyan keçməyə yol yoxdursa, onda süxurun müqaviməti çox olur.

Süxurun tərkibində mineral və boşluqlar xaotik olaraq yerləşərsə, süxurun xüsusi müqaviməti istənilən istiqamətdə eyni olaçaq, belə süxurlara izotrop süxurlar deyilir, çünki belə süxurlar elektrik cərəyanını bütün istiqamətlərdə eyni cür keçirirlər (şəkil 54 a). Süxurun tərkibində boşluqlar və minerallar uzununa yerləşərsə, belə süxurlara anizotron süxurlar deyilir, Belə süxurdan cərəyan buraxdıqda müxtəlif istiqamətlərdə keçiriçilik müxtəlif olaçaq (şəkil 54 b), yəni müxtəlif istiqamətlərdə süxurun xüsusi müqaviməti müxtəlif



Şək. 54. Xüsusi elektrik müqavimətinin süxurun teksturasından asılılığı. Süxurlar a. bircinsli; v. qeyri-bircinsli.

olaçaq. Xüsusi müqaviməti- ρ_1 süxurların laylanma istiqamətindəki qiymətinə; uzununa müqavimət təbəqələşməyə perpendikulyar istiqamətə, ρ_n -ə isə eninə müqavimət deyilir. Uzununa müqavimət, ρ_1 həmişə eninə müqavimətdən kiçikdir $\rho_1, < \rho_n$. Anizotropiyanı miqdar etibarilə təsvir edən kəmiyyətə mikroanizotropiya əmsalı deyilir bu

$\lambda_\mu = \sqrt{\frac{\rho_n}{\rho_1}}$ kimi ifadə olunur. Bu λ_μ əmsal izotrop süxurlar üçün 1-

dən 2-yə kimi, anizotrop süxurlar üçün isə 2-dən çox olur.

İçərisində boşluqları çox olan süxurlar o vaxt böyük keçiriciliyə malik olurlar ki, həmin boşluqlar yaxşı keçiricilikli elektrolitlərlə kifayət qədər dolmuş olsun. Elektrolitlər müqavimətlərinə görə bir-birindən tərkibində həll olunan duzların miqdarına (zənginliyinə) və temperaturuna görə fərqlənilir. Süxurun boşluqlarına dolan mineral suların tərkibində duzların miqdarı nə qədər çox olsa, süxurun xüsusi müqaviməti bir qədər az olur. Böyük keçiricilikli mineral sulara yeraltı sular, dənizlərin suları aiddir. Yağış, göl və çay sularında mineral duzlar az olur və böyük xüsusi müqavimətə malikdirlər. Müqavimət temperaturdan asılıdır: temperatur artdıqca müqavimət azalır, azaldıqca müqavimət artır. Donmuş maye və süxurlar böyük xüsusi müqavimətə malikdir. Süxurlarda olan məsamələr neft və başqa pis keçirici mayelərlə və qazla dolduqda süxurun xüsusi müqaviməti artır. Əsas süxurlar çökmə, püskürmə və metamorfik süxurlar

daxilində müxtəlif boşluqlara malikdir. Bu səbəbdən həmin süxurlar müxtəlif müqavimətli olacaqdır. Çökmə süxurlar kiçik müqavimətli olur (10^{-1} - 10^6 Om.m. Ən az müqavimətə ən çox boşluğu olan və böyük nəmliyə malik olan süxurlar malikdir: gilli qum daşları, alevrolitlər (10^{-1} - 10^2 Om.m). Quru qumlar və az məsaməli çökmə süxurlar-kips, daş duz, anhidrid (10^4 - 10^6 Om.m) böyük müqavimətə malikdir.

Püskürmə süxurları kiçik məsaməliyə malikdir, ona görə də böyük xüsusi müqavimətlidir (10^2 - 10^5 Om.m). Bəzən bu süxurlarda müqavimət süxurun çatlığı və bu çatların mineral sularla dolması və yaxşı keçirici mineralın (qranitlər $\rho = 10^2$ - 10^5 Om.m dioritlər 10^4 - 10^5 Om.-m , qabro 10^2 - 10^5 Om.m) olması hesabına böyük keçiricilikli və yaxud kiçik xüsusi müqavimətli olurlar.

Metamorfik süxurlar çökmə və püskürmə süxurları arasında müqavimətinə görə aralıq vəziyyətdədir. Metamorfikləşmə dərəcəsi artdıqca müqavimət də artır, yəni həm məsaməlilik, həm də nəmlik azalır.

Filizlərin xüsusi müqaviməti filizin tərkibindəki yaxşı keçirici mineralın faizindən, quruluşu və xarici əlamətlərindən, pis keçirici minerallarla qarşılıqlı müvazinətindən asılıdır. Böyük keçiriciliyə kolçedan və polimetallik filizlər malik olur. Piskeçirici filizlərə sfalerit, arsenoqirit, sulfid oksidləri daxildir. Süxurların xüsusi elektrik müqavimətinin geniş miqyasda dəyişməsinə nəzərə alaraq mütləq hər rayonda bunu öyrənmək vacibdir.

Bundan başqa, süxurların fiziki xassələri: dielektrik nüfuzluğu ϵ və qütbləşmə meyarı τ öyrənilir. Dielektrik nüfuzluğu ϵ göstərir ki, dielektriklərdə elektrik sahəsinin gərginliyi \vec{E} havada olan elektrik sahəsinin gərginliyindən neçə dəfə azdır. Dielektrik nüfuzluğu ölçüsüz kəmiyyətdir və yüksək tezlikli elektromaqnit sahələrində ölçmələr apardıqda böyük əhəmiyyət kəsb edir. Sabit cərəyanla işlədikdə ϵ -nin qiyməti vahidə yaxın olur.

Qütbləşmə t süxurun bərk və maye səthlərində gedən fiziki-kimyəvi proseslərdən asılıdır. Sabit və yaxud dəyişən cərəyanın təsiri ilə

dielektrlərdə əlavə gərginlik yaranır, yəni törəmə elektrik sahəsi yaranır, Buna yaradılmış qütbləşmə (polyarizasiya) deyilir.

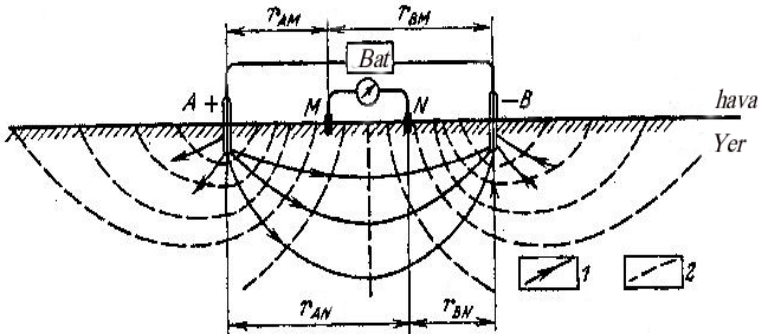
Qütbləşmə bunu yaradan sahənin gərginliyindən yox, elektron və ion keçirici səthlərin ayrılma sahəsindən asılıdır.

§ 55. Yerdə süni elektrik sahəsinin yaratma üsulları

Yerdə süni elektromaqnit sahəsinə müxtəlif üsullarla yaratmaq və tədqiq etmək olar.

Elektromaqnit sahəsinə yerdə yaratmaq üçün iki üsul mövcuddur:

1. Qalvanik üsul belə təsvir olunur, iki keçirici metal çubuq yerə müəyyən dərinliyə qədər çalınır və metal çubuqlar sabit yaxud dəyişən cərəyan mənbəyinə birləşdirilir. Keçirici metal polad çubuqlardan ibarətdir, uzunluğu 0,7-1,5 m-ə qədər, diametri 2 sm-dir. Bunlara qidalandırıcı elektrodlar deyilir: A və B. Tutaq ki, A elektrodunu cərəyanın müsbət qütbünə, V elektrodunu mənfi qütbünə birləşdirirlər (şəkil 55).



Şək.55. Bircinsli mühidə iki nöqtəvi cərəyan mənbəyinin yaratdığı sahə (kəsilişdə). 1. cərəyan xətləri 2. eqvipotensial xətlər.

Fəzanın alt yarım hissəsinin istənilən nöqtəsində yaranan sahə A və B elektrodlarının yaratdığı sahələrin cəminə bərabərdir. Yer qabığında yaranan elektrik sahəsinin yaranma xüsusiyyəti kəsilişin elektrik xassələrindən, qidalayıcı elektrodların ölçülərindən və istifadə olunan cərəyanın tezliyindən asılıdır.

İnduktiv üsulda sahə mənbəyi yerə birləşdirilməmiş konturlardan ibarətdir ki, istənilən generatordan qidalandırılabilir. Bu üsulun

üstünlüyü ondan ibarətdir ki, üsulu istənilən şəraitdə, qayalıq, buzlaqlıq yerlərdə yerə elektrodlar çalmaq mümkün olmayan yerlərdə, yəni Yer in səthi böyük daş parçaları ilə örtülü olan ərazilərdə, həm də böyük müqavimətli süxurlarla təmasda olan ərazilərə tətbiq etmək olar. Elektrik sahəsini yerə çalınmış MN elektrodlarını cihaza birləşdirməklə, bunlar arasındakı potensial fərqi ölçməklə təyin edilir. O üsullar var ki, dəyişən elektromaqnit sahəsindən istifadə olunur, orada sahənin həm maqnit, həm də elektrik sahəsinin tərkib hissələri ölçülür. Elektrik sahəsinin tərkib hissəsini təyin etmək üçün sabit cərəyanda olduğu kimi MN qəbuledici elektrodlardan istifadə olunur. Maqnit sahəsinin tərkib hissəsini təyin etmək üçün çoxsargılı induktiv çərçivədən istifadə olunur.

Bircinsli mühitdə nöqtəvi yükün yaratdığı elektrik sahəsinin xüsusiyyətlərinə baxaq. Nöqtəvi A və B elektrodları vasitəsi ilə (cərəyan qüvvə xətləri istiqamətində A-dan B-yə doğru axır) elektrik sahəsi yaradılır. AB elektrodları arasında istənilən nöqtədə MN qəbuledicilərin köməyi ilə bu nöqtələr arasında potensial fərqi ölçülər, MN çubuqları ya misdən ya da latundan hazırlanır. Elektrik sahəsinin hər bir nöqtəsi potensialla təsvir olunur, bunun qiyməti sahəni yaradan cərəyanın şiddətindən, mühitin xüsusi müqavimətindən və qidalayıcı A və B elektrodlara qədər olan məsafədən asılıdır. Yer səthində M nöqtəsində potensial U_m olacaq, bu potensial A və B elektrodları ilə yaradılır.

$$U_m = U_{mA} + U_{mB} \quad U_{mA} = \rho I / 2\pi r_{AM} \quad U_{mB} = -\rho I / 2\pi r_{BM}$$

$$U_M = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right)$$

Müxtəlif potensiallı nöqtələri bir -biri ilə birləşdirən xətt ekvipotensial adlanır (şəkil 32 bax).

Əgər Yer səthində N nöqtəsini götürmüş olsaq, onda bu məntəqədə potensialın qiyməti

$$U_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) - \text{dir}$$

Onda M və N məntəqələri arasında potensiallar fərqi

$$\Delta U = U_M - U_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}} \right)$$

$$\rho = \frac{\Delta U}{I} \cdot \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}} \right)}$$

İkinci vuruğu K hərfi ilə işarə edərək bunu qurğunun əmsali adlandıraraq.

$$\rho = K \cdot \Delta U / I$$

ΔU M və N nöqtələri arasında potensiallar fərqidir. I qidalandırıcı xətdə cərəyan şiddəti, ρ isə süxurun xüsusi müqavimətidir. Bütün elektrik üsullarında süxurun xüsusi müqaviməti yuxarıdakı düsturla hesablanır. Qeyd etmək lazımdır ki, potensialın qiyməti və elektrik sahəsinin gərginliyinin paylanma xüsusiyyəti A və B elektrodlarından olan məsafəsindən asılı olaraq mürəkkəb xüsusiyyətə malikdir, yalnız AB-nin orta hissəsində bu potensial (AB-nin $\frac{1}{3}$ -nə bərabər olur) dəyişməz qalır. Buna görə də elektrik sahəsi A və B elektrodlarının orta hissəsində aparılır, burada potensialın qiyməti yalnız geoloji quruluşdan asılı olur.

Cərəyanın Yerə dərin qatlarına keçməsi kəsilişdə geoelektrik parametrlərin xüsusiyyətlərindən və qidalandırıcı elektrodların AB ölçülərindən asılıdır. AB elektrodları arasındakı ölçü çox olduqca cərəyanın Yerə dərin qatlarına daxil olması bir o qədər çox olur. Hesablamalar göstərir ki, tədqiqatın dərinliyi 0,5-0,1 AB qədər olur, mürəkkəb geoloji kəsilişlərdə bu dərinlik daha az olur.

Xüsusi müqavimət bircinsli mühiti təsvir edir. Təbiətdə belə mühitə çox nadir hallarda rast gəlinir. Bəzi elektrik kəşfiyyatının əsas məqsədi də faydalı qazıntılarla zəngin olan filiz və qeyri-filiz yataqlarını aşkar etməkdir. Bu yataqlar müxtəlif süxurların içərisində yerləşir (qeyri bircinsli mühidə). Qeyri – bircinsli mühidə təyin olunan xüsusi müqaviməti süxurun həqiqi müqaviməti kimi qəbul edə bilmərik, çünki bu obyektə əhatə edən mühitin təsiri nəticəsində

dəyişməyə məruz qalır. Ona görə də ölçülən xüsusi müqavimətin qiyməti şərtidir, bunu fərz olunan xüsusi müqavimət adlandırırlar. $\rho_f = K \cdot \Delta U / I$ qiyməti kəsilişin geoloji quruluşundan asılıdır. Əgər kəsilişdə yaxşı keçirici hədəf varsa, onda cərəyan keçiriciliyi böyük olan hədəfdə cəmləşir. Bu səbəbdən hədəfi özündə yerləşdirən mühitin sıxlığı azalır və Yer in səthində keçiriciliyi böyük olan hədəfin üzərində ρ_f az qiymətlə müşahidə olunacaq. Əgər hədəf pis keçiricilikli mühitdirsə, onda cərəyan həmin hədəfin kənarlarından axmağa başlayacaq, yəni hədəfin yerləşdiyi mühidə cərəyanın sıxlığı artır, səthində pis keçirici mühitin üstündə ρ_f qiymət artır. Geoloji quruluşdan asılı olaraq ρ_f –in dəyişkənliyi imkan verir ki, elektrik kəşfiyyat üsulunu həm yaxşı keçirici, həm də pis keçirici mühitin axtarılmasında istifadə edə bilək.

§56. Elektrik kəşfiyyatında istifadə olunan əsas qurğular

Elektrik kəşfiyyatının bütün modifikasiyaları ilə geoelektrik kəsilişlərdə süxurun xüsusi elektrik müqaviməti təyin edilir bu üsula müqavimət üsulu deyilir. Bu üsulda elektrik sahəsini süni olaraq yaradırlar, bunun üçün xüsusi qurğular düzəldilir. Bu, qarşı-qarşıya duran iki qidalandırıcı A və B və qəbuledici MN elektrodlarından ibarətdir. AB elektrodları və cərəyan şiddəti I-ni ölçən cihaz cərəyan mənbəyinə birləşdirilir, MN qəbuledicilərində yaranan ΔU gərginliyini ölçən cihaz birləşdirilir (şəkil 55 bax). Bu cür quruluşu qurğunu elektrik kəşfiyyatı üsullarında da istifadə etmək olar.

Simmetrik dörd elektrodlu qurğu AMNB, hal-hazırda elektrik kəşfiyyatı işlərində geniş istifadə olunan qurğulardan biridir. Simmetrik qurğuda (şəkil 56a) eyni metaldan hazırlanmış elektrodlar bir düz xətt üzrə qurğunun mərkəzindən eyni məsafədə yerləşdirilir. Qurğunun mərkəzi qəbuledicinin orta nöqtəsi O (şəkil 56 bax) $r_{AM} = r_{BN}, r_{AN} = r_{BM}$ götürülür: MN xəttində potensiallar fərqi ΔU ölçülür, AB xətdində isə I cərəyan şiddəti ölçülür. Hər bir müşahidə məntəqəsi üçün qurğunun mərkəzi-orta nöqtəsi O hesablanır. $\rho_f = K \cdot \Delta U / I$ Qurğunun sabitini ümumi düstürlə hesablayırlar. Bir halda

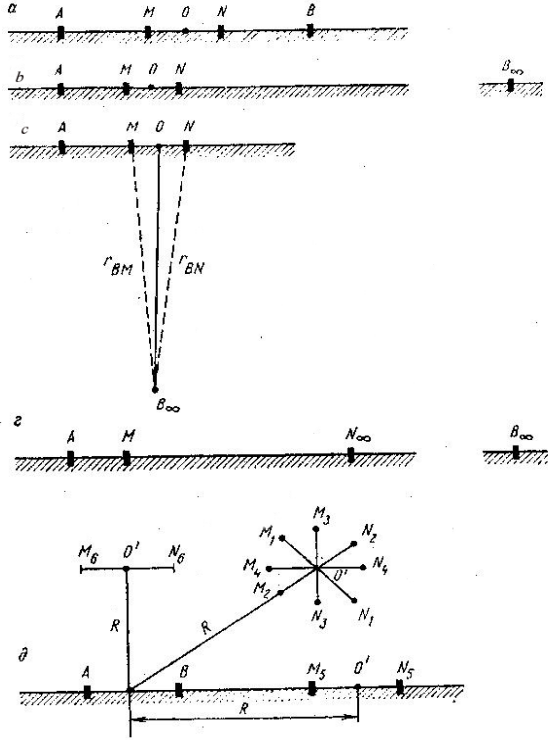
elektrodlar arasında olan məsafə ($AM=BM$, $AN=BN$) bərabər olduqda düstürü sadələşdirmək olar. $K = \pi r_{AM} r_{AN} / r_{MN}$

Üçelektrodlu qurumu $AMMB_{\infty}$ olan bu qurğunu şərti olaraq üçelektrodlu adlandırırlar, çünki qidalandırıcı elektrodlardan biri (B) çox uzaqlara aparılıb Yerə birləşdirilir, belə ki, elə məsafəyə ki, qəbulədiyi MN elektrodlarında $\Delta U_{MN}(B) \ll \Delta U_{MN}(A)$ şərti ödənilsin. Əməli cəhətdən B elektrodunu qurğunun mərkəzindən- O nöqtəsindən AO-ya qədər olan məsafədən 10-15 dəfə çox məsafəyə aparmaq lazımdır. B elektroduna, naqilə qənaət etmək üçün B elektrodunu profilin mərkəzinə perpendikulyar qoymaq olar (şəkil 56 b,c). MN xətti üzrə cihazla ΔU , AB xətti üzrə isə I ölçülür. $\rho_f = K \cdot \Delta U / I$ düstürü ilə hesablanır. Nəzərə almaq lazımdır ki, r_{BM} və r_{BN} sonsuz böyükdür, onda $1/r_{BM}$ $1/r_{BN}$ çox kiçik kəmiyyət olacaq, bunları nəzərə almamaq olar:

$$K = 2\pi r_{AM} r_{AN} / r_{MN}$$

İki elektrodlu qurğu AMN_1B_1 üç elektrodlu qurğudan onunla fərqlənir ki, burada B elektrodundan başqa qəbulədiyi elektrod N də sonsuzluqda yerləşdirilir (şəkil 56 q). Beləliklə, ölçülən potensiallar fərqi A elektrodunun yaratdığı həqiqi U_M potensialına bərabərdir. Belə halda

$$\rho_f = K \cdot \Delta U / I \quad K = 2\pi r_{AM} \text{ olur.}$$



Şək. 56. Müqavimət üsulu qurğuları.

a- dördelektrodlu simmetrik, b- üçelektrodlu B elektrodu profil boyu sonsuzluğa aparılır. v - üçelektrodlu B elektrodu profilə perpendikulyar olaraq sonsuzlumğa aparılır. q - ikielektrodlu, d- dipollu ABM_1N_1 ; - azimutlu ABM_2N_2 -radius boyunca; ABM_3N_3 -perpendikulyar; ABM_4N_4 -paralel ABM_5N_5 -bir ox boyunca; b-ekvator üzrə AVM_6N_6 .B

Dipol qurğusu $ABMN$. Bu qurğuda qidalanan və qəbul edən xətlər biri digərinə nisbətən öz ölçülərindən 3-4 dəfə və yaxud daha çox məsafələrdə yerləşdirilmişdir. Dipol qurğusunun ölçüsü dipolların mərkəzləri arasındakı məsafəyə deyildir OO' . Dipolların

qarşılıqlı yerləşməsindən asılı olaraq aşağıdakı qurğuları bir-birindən fərqləndirirlər (şəkil 56 d):

1. Azimutal-ölçmə qurğusunun oxu O nöqtəsində R radiuslu cəvrəyə toxunan istiqamətində yönəlir. 2. Radial istiqamətində olan MN oxu R radiusuna paraleldir. 3. Şaquli dipolun oxları qarşılıqlı perpendikulyardır. 4. Paralel dipolun oxları öz aralarında paraleldir. 5. Xətt üzrə dipolun oxları bir xətt üzrə yerləşir. 6. Ekvatorlu dipolun oxları paraleldir və mərkəzləri bir şaqulu xətt üzərində yerləşir. Hər bir dipol qurğusu üçün K çox mürəkkəb düstürlə (üç elektrodlu qurğudakı kimi $AMNB_{\infty}$ və $BMNA_{\infty}$) hesablanır:

$$K = K_{AMN}K_{BMN} / (K_{AMN} - K_{BMN}) \text{ -dir.}$$

Üç elektrodlu qurğunun sabitinin hesablanması yuxarıda verilib. Daha çox tez-tez istifadə olunan qurğuların sabiti ($MN < AB < R/3$) şərtləri ödənildikdə aşağıdakı düstürlərlə təyin olunur $K = 2\pi r^3 / r_{AB} \Gamma_{MN}$ Radius istiqamətində və xətt üzrə olan qurğular üçün $MN < AB < R/3$ şərti ödənildikdə

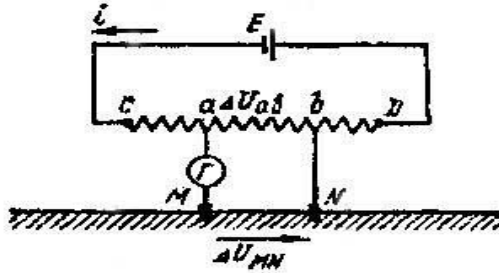
$$K = \pi r^3 / r_{AB} \Gamma_{MN} \text{ -dir.}$$

ELEKTRİK KƏŞFİYYATINDA İSTİFADƏ OLUNAN CİHAZ VƏ LƏVAZİMATLAR

Müqavimət üsulu ilə çöl işləri görüldükdə elə cihazlardan istifadə olunur ki, MN xətti üzrə potensiallar fərqi və AB elektrodları üzrə buraxılan cərəyan şiddətini ölçməyə imkan versin. Cihazlardan əlavə cərəyan mənbəyi, naqillər, naqilləri sarımaq üçün dolaqlar, elektrodlar, rezin xalçalar, elektrodları yerə çalmaq üçün toxmaq, izolyator-elektrik cərəyanını pis keçirən lent və təmir üçün iş alətlərinin olması vacibdir.

§57. Cihazların quruluşu və iş prinsipi

Elektrik kəşfiyyatında müxtəlif ölçü cihazlarından istifadə olunmasına baxmayaraq bu cihazlar oxşar funksiyalı hissələrdən ibarətdir, ölçmələr isə kompensasiya üsulu ilə aparılır. Kompensasiya üsulunun mənasına sadə sxemdə baxaq (şəkil 57). SD (etalon) məftil müqavimətdən, E cərəyan mənbəyindən $i=E/R_{CD}$ cərəyan axır. Qəbuledicinin A və B nöqtələrinə qalvanometr Q qoşulur. Burada əmələ gələn qapalı kontura MabN iki potensiallar fərqi təsir edir $\Delta U_{MN}+U_{ab}$. Birinci yerdə yaranan elektrik sahəsinin, ikinci isə A və B nöqtələri arasında düşən gərginliyin hesabına və cihazın kompensasiya elementi SD hesabına yaranan potensialdır.



Şəkil.57. Elektrik kəşfiyyatı cihazlarında kompensasiya qurğusunun prinsiplial sxemi.

Qapalı konturda MabN potensiallar fərqi iki potensialın cəminə bərabərdir $\Delta U= U_{MN}+U_{ab}$ bu o vaxt mümkündür ki, $\Delta U_{MN}= - \Delta U_{ab}$

yəni dövrdə cərəyan yoxdur. Qalvonometrin əqrəbi dəyişməz qalır. Deməli, ölçülən ΔU_{MN} ΔU_{ab} qiymətcə bərabərləşirlər (şəkil 57 bax).

Kompensasiya ölçmə üsulu birinci buraxılan EP-1 potensiometrlərində istifadə olunmuşdur. Müasir cihazlarda ΔU_{MN} -nin ölçülməsi avtomatik olaraq aparılır.

XV FƏSİL. SABİT CƏRƏYAN ÜSULU VƏ ÇÖL İŞLƏRİNİN APARILMA QAYDALARI

Sabit cərəyan kəşfiyyatı üsulu ilə geoelektrik sahələrini öyrənirlər. Bu üsul müqavimət üsulu adlanır və iki böyük dəstəyə ayrılır: elektrik profilləmə və zondlama. Profilləmə üsulu profil uzunluğunu cihazın yerini dəyişməklə süxurların profil boyu xüsusi müqavimətinin dəyişməsinə ölçməyə imkan verir. Simmetrik qurğu ilə qəbuledici elektrodların bir yerdə sabit qalması ilə qidalayıcı elektrodlar arasında məsafəni dəyişdirərək dərinliklərdə yerləşən süxurların xüsusi müqavimətini öyrənməyə imkan verdiyindən bu üsula zondlama üsulu deyilir.

Profilləmə üsulu süxurların elektrik xassəsinə görə dəqiq ayrıldığı yerdə istifadə olunur, süxurların yatım bucağı $10-20^{\circ}$ artıq olmamalıdır. Qurğunun əvvəldən təyin olunmuş istiqamətdə yerini dəyişdirməklə ölçmə işləri aparılır. Profil üzrə müşahidə məntəqələri arasında məsafəyə qurğunun addımı deyilir, adətən bu məsafə MN elektrodları arasındakı məsafəyə bərabər olur, nadir hallarda 2MN olur.

Qurğunun hündəsi ölçülərindən asılı olaraq müqavimət üsulunu aşağıdakı əsas növlərə ayırmaq olar.

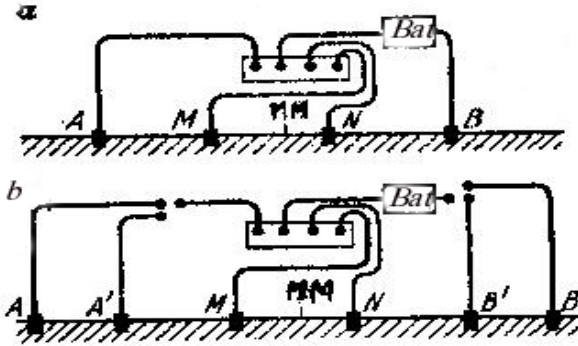
§ 58. Elektrik profilləmələri

Elektrik profilləmə üsulu süxurların xüsusi müqavimətinin təyin olunmasına əsaslanır. Bu ölçmələrdə qurğunun ölçüləri dəyişməz qalır, yəni qidalayıcı və qəbuledici elektrodlar arasındakı məsafələri dəyişməz saxlamaqla profil boyu qurğunun yeri dəyişdirilərək ölçmə işləri aparılır. Bu qurğu geoloji kəsilişi müşahidə xətti üzrə təxminən eyni dərinlikdə işıqlandırmağa imkan verir.

Müxtəlif geoloji şəraitlərdə müxtəlif ölçülü qurğulardan istifadə olunur ki, ərazi haqda daha dəqiq məlumat əldə etmək mümkün olsun. Elektroprofilləmə üsulunun hamısından açıq sahələrdə və marşrutlarda istifadə olunur. Marşrut üzrə planalmada ölçmələr

səciyyəvi istiqamətlər üzrə aparılır, yəni süxurların yatma istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə. Açıq sahələrdə planalma işlərində sahə bərabər paylanan müşahidə şəbəkələrinə ayrılır (§18 bax).

Çöl işləri aparılarda işin aparılma xüsusiyyətindən asılı olaraq profilləmə qurğularının növünün seçilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. İstifadə edilən qurğulardan asılı olaraq, çöl işlərinin aparılma qaydası da fərqli olur: simmetrik, dipol, bir-biri ilə uyğunlaşdırılmış bir neçə qurğu, orta qradiant üsulu və s.

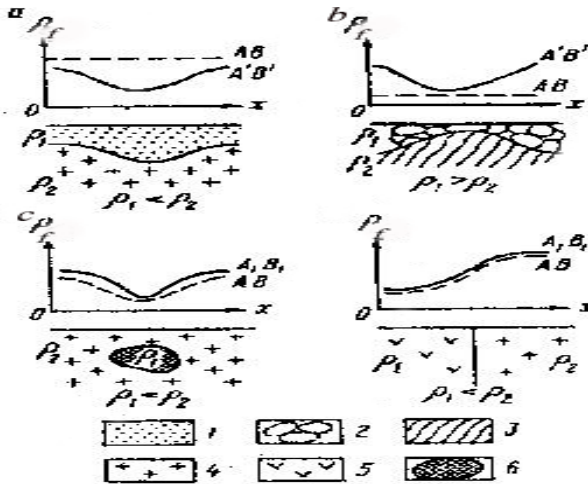


Şək. 58. Simmetrik profilləmə üsulunun qurğusu. a-AB xətti üzrə qidalanan; b-iki xətt üzrə qidalanan AB və A'B'

§ 59. Simmetrik elektrik profilləməsi (SEP)

Bu üsulla iş vaxtı əsasən simmetrik dörd elektrodlu qurğudan istifadə olunur. Bu qurğu profil boyunca hərəkət etdirilir, qurğunun addımı çox hallarda MN elektrodları arasındakı məsafəyə bərabər olur (şəkil 58). Simmetrik qurğudan aşağıdakı məsələləri həll etmək üçün istifadə olunur: a) qırışlıq strukturların planalınması, bu struktur öz tərkibində dayaq (istinad) elektrik layı saxlamış olmalıdır; b) birdən-birə kəskin düşən hədəflərin planalınması, daykaları, kvars damarlarını, kömür laylarını və s. Müxtəlif xüsusi müqavimətlərə malik olan kəskin düşən süxurların toxunma sərhədlərinin planalınması çökmə-püskürmə və çökmə-metamorfik və s. Bundan başqa torpaq qatı altında olan süxurlarda çatların istiqamətini və sistemləşməsini öyrənmək üçün planalmadan istifadə olunur.

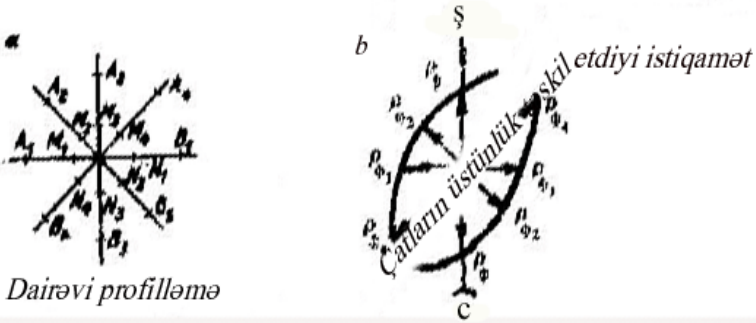
Bir qidalandırıcı xətdən ibarət olan AMNB qurğusu geniş istifadə olunur. Bundan başqa iki qidalandırıcı xətdən ibarət olan qurğudan da AA' MDNB B istifadə olunur (şəkil 59a,b bax). Bəzi hallarda üç qidalandırıcı xətdən istifadə edirlər AA' A'' MNBB' B'', bu da bizə imkan verir ki, geoloji kəsilişi üç dərinlikdə öyrənək. Bu işə həmin üsulun geoloji informasiyalı olmasını təmin edir. Qurğuların ölçülərini təcrübi yolla edirlər. Bu geoloji kəsilişin quruluşu haqda tam məlumat əldə edilir. Geoloji kəsiliş haqda məlumat



Şək.59. Müxtəlif kəsilişlər üzrə iki xətt üzrə qidalanan simmetrik qurğu ilə alınan qrafik. a) kristallik süxurun əyilmiş hissəsi üzərində. b) səthə yaxın kiçik müqavimətli süxur üzərində; v) filiz yatağı üzərində; q) müxtəlif müqavimətli süxurların sərhədi üzərində; 1-qum, 2-konqlemerat, 3-şistlər, 4-qranitlər, 5-dioritlər, 6-filiz yatağı.

almadıqda qurğunun qidalandırıcı elektrodları arasında ölçülər nəzəri hesablanılır. Təcrübədə müəyyənləşdirilib ki, AB elektrodları arasındakı məsafə hədəfin fərz olunan dərinliyindən 10-20 dəfə aralıda yerləşdirilməlidir ($AB'' = (10-20)H$) və qəbuledici elektrodlar MM AB-dən 3-10 dəfə az olmalıdır.

Hər müşahidə məntəqəsində MN xətti üzrə ΔU ölçülür, AB xətti üzrə isə cərəyan şiddəti I ölçülür və xüsusi müqavimət $\rho = K\Delta U/I$ təyin olunur. Qiymətlərinə görə profil boyu fərz olunan müqavimətin əyrisi qurulur. Anomaliyanın mənşəyini çox hallarda təyin etmək mümkün olmur, çünki oxşar qrafikləri müxtəlif kəsilişlər üzərində müşahidə etmək olar (şəkil 59). Anomaliya haqqında tam məlumat almaq üçün iki qidalayıcı qurğudan istifadə olunur AB A' B' (AA' MN BB'). Hər bir nöqtə üçün ρ_f -in iki qiyməti təyin olunur, bu qiymətlər müxtəlif dərinliklərə uyğundur. 59-cı şəkildən görünür ki, ρ_f -in qrafikində AB elektrodları arasında məsafə artdıqca anomaliyanı yaradan səbəb aydınlaşır.



Şəkil 60 Dairəvi profilləmə.

a- qurğunun nöqtələrdə yerləşdirilməsi; b- ρ_f -in polyar diaqramı.

Ellipsin uzun oxu cərəyan xətlərinin maksimum yığıldığı, yəni çatların üstünlük təşkil etdiyi istiqaməti, yaxud da süxurun şistliyinin üstünlük təşkil etdiyi istiqaməti göstərir. Kükürləmiş süxurlar, 6-filiz yataqları.

Süxurların çatlığının istiqamətinin öyrənilməsi üçün dairəvi profilləmə işləri aparırlar. ρ_{f1} A₁ MN B₁ ρ_{f2} A₂ MNB₂ qurğusu ilə pro

filin hər məntəqəsində ρ_f -in bir yox bir neçə qiymətini təyin edirlər və s. (Şəkil 60 a). Sonra profildə elektrodları ρ_f -in ölçmə istiqamətindən əks istiqamətə keçirərək (Şəkil 60 b) əks (sahə)

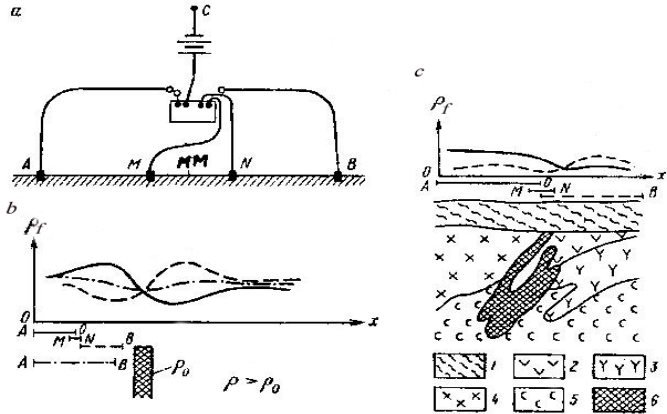
qiymətlər alırlar. Əgər anizotropiya yoxdursa, diaqram dairə formasında olur, anizotropiya olan ərazilərin üzərində ellipsis formalı fiqur alınır.

Bir neçə üsulu uyğunlaşdırıb profil alma (KEP). Kombinə edilmiş profilləmə kəskin düşən yaxşı keçiricilikli xüsusilə filiz və yaxud damar tipli keçiricili cisləri izləmək üçün istifadə edilir (şəkil 61a).

Kombinə edilmiş qurğular vasitəsilə profilləmə iki qarşılıqlı simmetrik olmayan üç elektrodlu qurğudan (AMN və BMN), bir ümumi qidalandırıcı xətdən S, ibarət mərkəzdən MN-ə perpendikulyar istiqamətdə uzaq bir məsafəyə (adətən bu məsafə 10-15 AO, yəni sonsuzluğa qədər) qədər aparılan qurğudur. MN elektrodları arasında olan potensiallar fərqi hər məntəqədə iki dəfə ölçülər: Birinci ölçmə AS xəttindəki cərəyanı ölçməklə (düz istiqamətli qurğu AMNS), digəri isə BS xəttində olan cərəyanı ölçməklə (əks istiqamətli qurğu AMNS).

Bu imkan verir ki, hər bir məntəqə üçün ρ_f –in iki qiymətini təyin etməyə imkan verir və profil boyu ρ_f –in iki qrafiki quruluş (şəkil 61b). Profilləmənin köməyi ilə yüksək müqavimətli ρ mühitdə yerləşmiş az qalınlığa malik olan kəskin düşən yaxşı keçirici xüsusi müqaviməti ρ_0 olan layın xüsusiyyətlərinə baxaq. Qurğu anomaliya yaradan laydan uzaqlaşdıqda anomaliyanı özündə yerləşdirən bircinsli mühitdə ρ_{fAMNS} və ρ_{fAMNS} bərabər olur. Qurğunu laya yaxınlaşdırdıqca soldan cərəyan keçirici cismlər vasitəsilə S elektroduna axmağa başlayacaq. Belə olan halda əgər cərəyan A nöqtəisindən buraxılırsa MN elektrodları yaxınlığında cərəyanın sıxlığı artacaqdır. Cərəyan B nöqtəisindən buraxıldıqda isə azalmağa başlayacaq. Cərəyan şiddəti nə qədər çox olsa, ΔU bir o qədər də çox olar, eyni zamanda ρ_f də bir o qədər çox olur. Beləliklə, laydan solda $\rho_{fAMNS} > \rho_{fAMNS}$ sağda isə $\rho_{fAMNS} < \rho_{fAMNS}$ -dir. Onda qurğunun mərkəzini layın üstündə yerləşdirmiş olacaq və ρ_{fAMNS} və ρ_{fAMNS} bərabər olaçaq (şəkil 61b,v-yə bax). Ölçmələrdən alınan qiymətlərdən qrafik qurmuş olsa, ρ_{fAMNS} və ρ_{fAMNS} ayrılıqlarının layın

mərkəzində kəsişdiyini görürük. ρ_{fAMNS} və ρ_{fAMNS} orta hesabı qiyməti ρ_f -in quymətinə bərabərdir. Bu qiyməti biz simmetrik qurğunun köməyi ilə ala bilərik AMN $\rho_f = (\rho_{fAMNS} + \rho_{fAMNS})/2$ -nün ρ_f simmetrik profilləmə qrafikini kombine edilmiş profilləmə əyrisi ilə birləşdirərək orta əyri çəkməklə almaq olar. 61b şəklindən görünür ki, simmetrik qurğu ilə profilləmə də filiz kütləsi üçün ρ_f az hiss olunan minimum verir, profilləmə isə aydın qrafiklərin kəsişdiyi nöqtəni qeyd edir. Əgər keçiriçi kütlə bir neçədirsə, onda qrafiklərin kəsişməsi də bir neçə olaçaqdır. Beləliklə, qeyd etmək lazımdır ki; filiz kütləsinin dərinlikdə yerləşməsi (şəkil 61v-yə bax) üsulun imkanlarını xeyli azaldır.

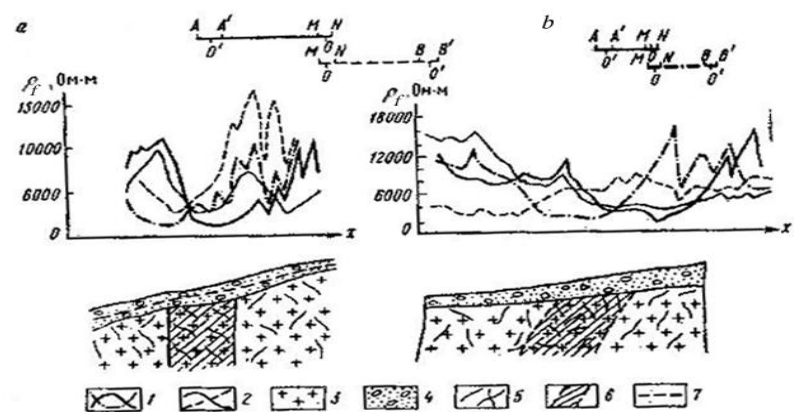


Şək. 61. Kombinasional profilləmə qurğusu (a); kiçik qalınlıqlı sərt bucaq altında düşən layın (KEP) qrafikası (b); miskoşçedan yatağı (v). 1-müasir çöküntülər, 2- Porfirit, 3-porfir, 4xloritləşmiş süxurlar, 5-istiqaətli qurğu BMNS).

§60. Elektrik profilləmədən alınan nəticələrin təhlili və qrafiki göstərilməsi

Bütün elektroprofilləmənin çöl müşahidələrindən alınan izoxələr profiboyu ρ_f əyrisi kimi göstərilir, əgər müşahidə asıq çöldə aparılıbsa onda qrafiklər xəritəsi qurulur. Elektro profilləmə işinin

təhlili, bir qayda olaraq, keyfiyyət xüsusiyyəti daşıyır. Xəritədə ρ_f ayrılırları və izoxətlərinin təhlili zamanı eyni tipli elementləri müqayisə etməklə ρ_f anomaliyalarını ayırırlar. ρ_f qrafiklərini düzgün geoloji materiallarla müqayisə edərək tədqiqat aparılan ərazi üçün geoelektrik kəsiləşinin tipi (növu), layın düşdüyü istiqamət və digər keyfiyyət xüsusiyyətləri təyin olunur. Bir qayda olaraq ρ_f -kiçik qiymətləri vasitəsilə yerin səthinə yaxın yerləşmiş filiz kütləsini və ya çatlarla səciyyələnən və mineral sularla doymuş zonaları ayırırlar (şəkil 62 a,b). Üstü yumuşaq çökmə süxurlarla az örtülmüş qaya süxurları və donmuş zonalar xüsusi müqavimətin böyük olması ilə fərqlənirlər. Dəqiq misal olaraq kom binə edilmiş profiləmə üsulunun köməyi ilə alınan nəticələrdən görünür ki, keçirici mühit üzərində, filiz kütləsi yaxud donu açılan (əriməyə başlayan) zona üzərində ρ_f ayrılırlarının kəsişdiyi göstərilmişdir (Şəkil 63a) və böyük müqavimətə malik olan donmuş hədəf üzərindəki zona göstərilmişdir (Şəkil 63 b).

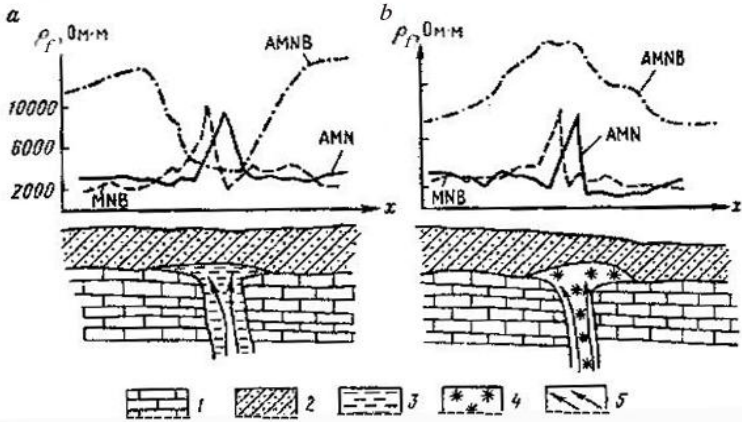


Şək. 62. Dipol profiləmənin köməyi ilə qırılmalarla əlaqədar olan çatlarla səciyyələnən ərazinin yerləşdiyi şəraitin təyini şaquli istiqamətdə (a) və sərt düşən qırılmalar üçün misal (b).

Dipol profiləmələrinin qrafiki.

1-Qurğu ilə $AA' = BB' = 20m$; $MN = 10m$; $OO' = 110m$; 2-Qurğu ilə, $AA' - BB' = 40m$; $MN = 20m$; $OO' = 22m$; 3-Qranitoqneys; 4-Moren çökmələri

(buzlaqların hərəkəti ilə yaranmış süxur yığıını); 5-Çatlığa məruz qalmış ərazi; 6-Qırılma zonası; 7-Qrunt suların səviyyəsi.

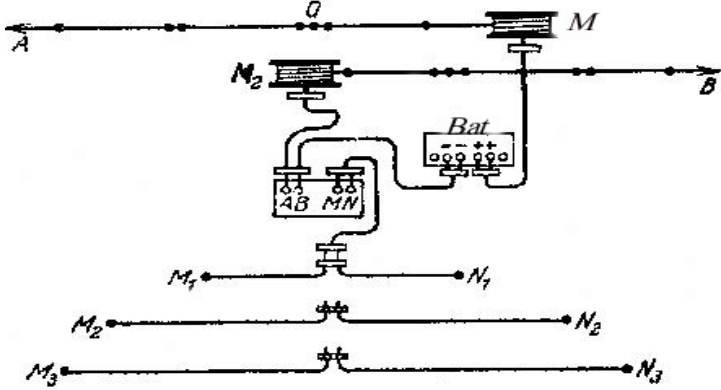


Şək.63. Donmuş laylarda süxurların elektrik kəşfiyyatı üsulu ilə tədqiqi. (a) - boş çökmə süxurlarda ərimiş zonalar oları sahələr üçün; su ilə doymuş boş çökmə süxurların yerləşdiyi sahələr üçün (b) 1-köklu süxur; 2-boş süxurlar; 3-ərimiş zona; 4-buz; 5-donmuş süxur altında suyun axma istiqaməti.

§61. Şaquli elektrik zondlaması

Şaquli elektrik zondlama üsulu dərinlikdə yerləşən süxurların müqavimətinin dəyişməsinə öyrənir. Ölçmə işləri çox hallarda simmetrik dörd elektrodlu qurğularla aparılır, ölçüləri daimi olaraq artır, buna baxmayaraq qəbuledici elektrodlar arasında MN olan məsafə sabit saxlanılır. Bəzən AB xətti üzrə cərəyan buraxılır və yerin dərin qatlarını tədqiq edirlər. Qurğunun ölçüləri elektrik kəşfiyyatının göstəriş kitabında verilir. Adətən $AB/2$ bərabər seçilir. 1,5; 3; 4,5; 6; 8; 10; 15; 25;40; 65; 100; 150; 230; 300; 450; 600; 800; 1000 metr. $AB/2$ qiymətinin dəyişməsi 1.5-dən 10 m-ə qədər, 15-dən 100 m-ə və 150-dən 1000 m-ə qədər MN arasında olan məsafə uyğun olaraq 1; 10; 100 götürülür; AB və MN xəttini çölə getməmişdən qabaq hazırlayırlar (şəkil 64). İkiqatlı üfüqi yatan kəsilişdə $\rho_1 > \rho_2$ halında şaquli

zondlama əyrisi şəkil 65 a- da göstərilmişdir. Əgər kəsilişdə alt layın müqaviməti $\rho_1 < \rho_2$, onda şaquli zondlama əyrisinin forması 65 b şəklini alır.

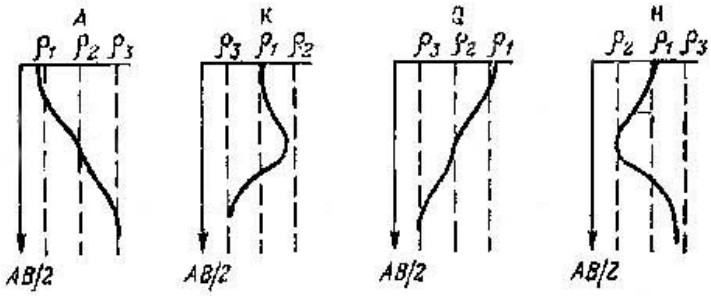


Şək.64. Simmetrik şaquli elektrik zondlama qurğusu. K_1 - K_2 qidalandırıcı AO və BO naqillərin dolaqları.

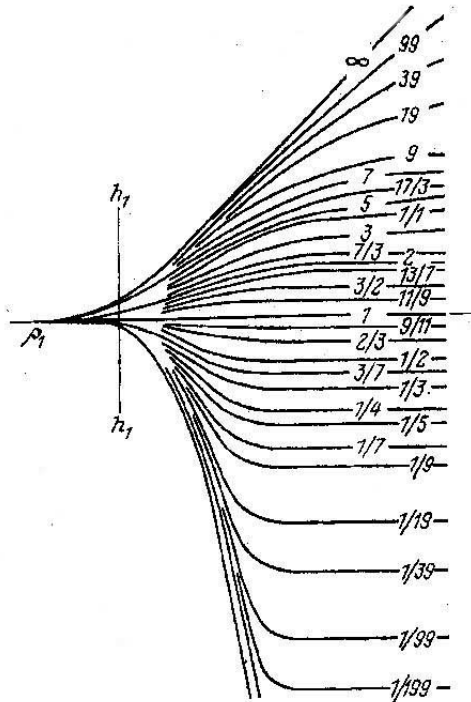
Fərz olunan müqavimət kəsilişi geoloji kəsilişin ümumi xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün istifadə edilir. Kəsiliş qurulduqda şaquli olaraq hər məntəqədə $AB/2$ -nin qiymətini loqarifmik miqyasda qeyd edirlər (Şəkil 65). AB -nin hər paylanması (yəni elektrodların bir birindən uzaqlaşdırılması) ρ_f -in qiymətləri Omm-lə yazılır və izoxətlərin planı qurulur. Kəsiliş üzrə kəmiyyətə təhlil aparılır. 66-cı

şəkildən görünür ki, 12 şaquli zondlama kəsilişin üst hissəsində anomalıya olduğunu göstərir, keçiriciliyi isə kiçik müqavimətli süxurun əmələ gəldiyi sahəyə uyğundur. Şaquli zondlamada əyrilərin kəmiyyətə təhlili daha tam geoloji nəticələr verə bilər, bunun köməyi ilə kəsilişdə layların sayının qalınlığını və müqavimətini təyin edə bilərik.

Üç üfüqi yatan laylı kəsilişlərdə şaquli zondlamanın əyrisi dörd olur. A, K, Q, H (şəkil 67). Çoxlaylı əyrilər bir neçə üç laylı əyrilərdən təşkil olunduğu kimi qəbul olunur.

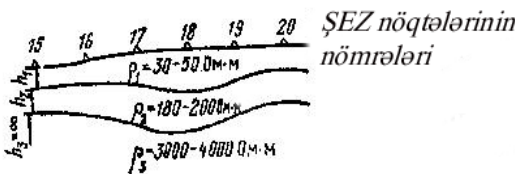
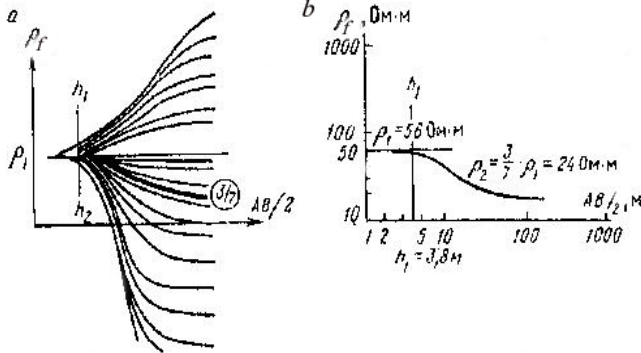


Şək.67. Üç laylı ŞEZ əyrisinin tipləri.



Şək.68. İkilyalı ρ_2 paletkası.

İkilaylı əyrilərin kəmiyyətə təhlilinin əsas elementlərinin təyininə baxaq. İki laylı kəsildə ρ_2/ρ_1 nisbətinin müxtəlif qiymətləri üçün hesablanan ρ_2 nəzəri əyrisi bir diaqramda ikilaylı şəbəkə növü kimi qurulur. (şəkil68). Şəbəkənin hər bir əyrisi üçün ρ_2/ρ_1 nisbi göstərilmişdir. h_1 və ρ_1 qiymətləri vahid götürülür h_1 və ρ_1 -in kəsişdiyi nöqtəyə şəbəkənin çarpazı deyilir. Şaquli zondlamanın müşahidələrindən alınan əyrini şəffaf kağıza çəkib (şəkil 69 b) əyrinin koordinatları $AB/2$ və ρ_f qeyd olunur. Sonra şaquli zondlamanın əyrisini ikilaylı şəbəkənin əyrisinin üzərində yerləşdirərək elə etmək lazımdır ki, əyri şəbəkənin əyrisinin üzərinə düşsün, əyrinin və şəbəkənin oxları paralel olsunlar. Əyrilər üst-üstə salındıqdan sonra şəffaf kağızda şəbəkənin çarpazını qeyd edirlər (h_1 və ρ_1 -in kəsişdiyi nöqtə) və şəbəkə əyrisinin indeksi yazılır. Sonra şəffaf kağıza şaquli zondlama əyrisi ilə birlikdə yenidən biloqarifmik blank gətirilir və h_1 xətti ilə layın sərhədinin ayrıldığı dərinliyi təyin edirlər. Burada $AB/2$ oxundan istifadə olunur (bax şək.69 b) ρ_f oxundan ρ_1 qiyməti götürülür.



Şək.69. Geoelektrik kəsiliş və ŞEZ əyrisinin təhlili. A-nəzəri şəbəkə; b-söl ŞEZ əyrisi.

Şəbəkədən ρ_2/ ρ_1 nisbəti götürülür (şək. 68 a), bu dairə ilə işarə olunur. ρ_2/ ρ_1 nisbətini və ρ_1 in qiymətlərini bilərək ikinci layın müqavimətini hesablamaq olur.

Elektrik zondlamayı təkə simmetrik qurğu ilə yox, AMNB və başqaları o cümlədən üç elektrodlu qurğular vasitəsi ilə də aparmaq olur.

XVI FƏSİL. FİZİKİ-KİMYƏVİ MƏNŞƏLİ ÜSULLAR

§62. Təbii elektrik sahəsi üsulu

Təbii elektrik sahəsi üsulu Yer qabığının səthinə yaxın sulfidli, kobaltlı, qrafitli, maqnetitli, nikelli, antrasitli, piritli, pirrotinli və kömürlü süxur layları ətrafında yaranan yerli elektrik sahəsinin öyrənilməsinə əsaslanıb.

Təbii elektrik sahəsi yerdə insan müdaxiləsi olmadan elektrik hərəkət qüvvəsi sayəsində kimyəvi, süzəlmə və diffuziya prosesləri zamanı baş verir.

Təbii elektrik sahəsi eyni zamanda məsaməli laylarda suyun dövriyyəsi nəticəsində, filiz kütlələrinin sərhədində, yaxud da müxtəlif keçiricili iki layın sərhədində, həmçinin yer altında süni yaradılmış qurğuların ətrafında (su, qaz boruları, dəmir yolu relsləri) yaranır.

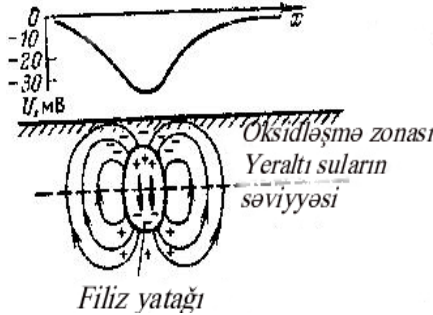
Təbii elektrik sahəsinin yaranmasının əsas səbəbi fiziki-kimyəvi proseslərdir, bu sulfid yataqlarında aşınma nəticəsində oksidləşmə və bərpaolma reaksiyaları zamanı filiz kütləsinin iştirakı ilə baş verir.

İstənilən elektrik hərəkətverici qüvvəsi tərəfindən filiz kütləsində polyarizasiya baş verir, onda həmin ərazi üzərində təbii elektrik sahəsi müşahidə olunur. Kəsilişin üst qatı oksigenlə zəngin olur. Filiz kütləsi su ilə oksidləşmə reaksiyasında iştirak edir, öz elektronlarını ona verərək müsbət yüklü potensial əldə edir, bu kütləni özündə yerləşdirən mühit isə yüklənərək mənfi potensiala malik olur (şəkil 70).

Kəsilişin alt hissəsində bərpaolunma reaksiyası nəticəsində filiz kütləsi elektronları özünə birləşdirir və mənfi potensial yaradır, kütləni özündə saxlayan mühit isə müsbət yüklü potensiala malik olur. Yüklərin belə paylanması elektrik sahəsinin yaranmasına səbəb

olur. Ona görə də filiz yataqları üzərində mənfi potensiallı elektrik sahəsinin yaranmasına səbəb olur və müşahidə edilir. Mənfi potensiala malik olan anomaliya filiz kütləsinin yerləşdiyi dərinlikdən və onun ölçülərindən asılıdır.

Təbii elektrik sahəsi üsulu hidrogeoloji və dağ mühəndis tədqiqatlarında, torpaq sularının axma istiqamətinin təyini, torpaq layları altında çat suların çıxdığı yerin, su quyularında suyun süzülüb yığılmasının və s.-nin öyrənilməsində ən geniş istifadə olunan sahədir. Bundan başqa bu üsul faydalı qazıntıların yüksək keçirici süxurların xəritəyə alınmasında geniş istifadə olunur. Təbii elektrik sahəsinin ölçülməsi Yerin səthində, quyuda, yeraltı dağ mədən istehsal yerlərində aparılır. Elektrodlar arasında potensial fərqi qiyməti M elektrodunun yerləşdiyi məntəqənin potensialı adlanır. (şəkil 71 a 1,2,3 məntəqə).

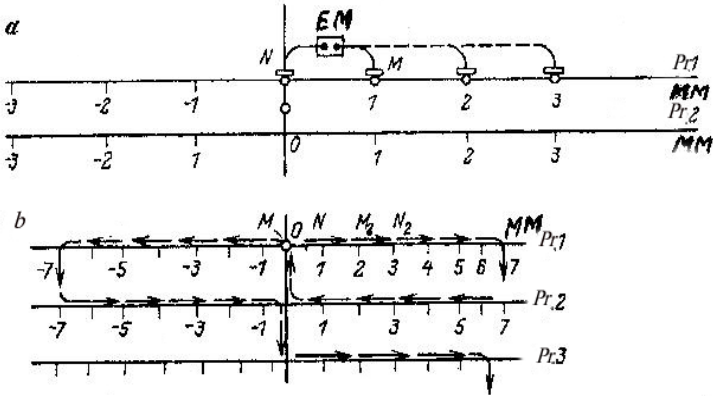


Şəkil.70. Sulfid yatağı üzərində təbii elektrik sahəsinin yaranması.

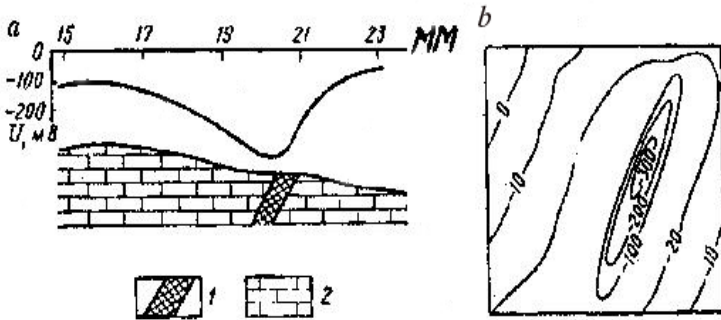
Potensial üsulla görülən iş qəbuledici elektrodlardan M birinin yerini dəyişməklə aparılır, ikinci elektrod N ana xətt üzərində tərənməz yerləşdirilir və potensialın qiyməti həmin nöqtədə sıfır qəbul olunur. Potensialın qiyməti əyri və bərabər potensial xəritəsi kimi göstərilir (bax şəkil 72 a,b).

Potensialın izoxəttinin xarici görünüşü filiz kütləsi haqda ümumi təsəvvür yaranmasına imkan verir. Layın oxunun kiçik qiyməti

axtarılan hədəfin yerləşdiyinə uyğun gəlir. Mənfi anomalionalar bir qayda olaraq sulfid yataqları, kömür layları, antrasit və qrafit layları üzərində əmələ gəlir.

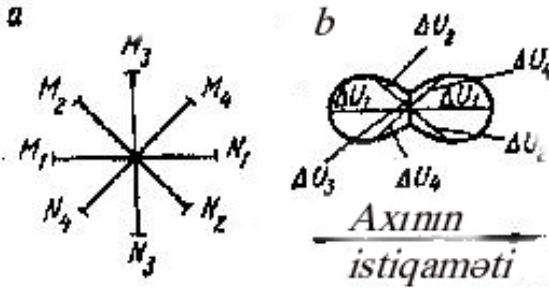


Şəkil.71. Potensial üsulu ilə müşahidə sxemi (a) gradient potensialı (b) ÖC ölçmə cihazı.



Şəkil.72 Təbii sahə üsulu ilə aparılan işin nəticələri. a- Tərkibində müxtəlif metallar olan damarlar üzərində sahə qrafiki. b- Damar üzərində bərabər potensiallı izoxətlərin planı.1. Tərkibində müxtəlif metallar olan damar. 2. Damarları özündə yerləşdirən mühit.

Yeraltı süzülüb axan suları öyrənən zaman müxtəlif işarəli anomaliyalara təsadüf oluna bilər, bu, suyun axma istiqamətindən asılıdır. Süzülüb gələn lay suyu üzərində mənfi, mənbə üzərində isə müsbət anomaliya müşahidə olunur. Təbii sahə suyun altında gizlənən süzülüb axma mərkəzinin aşkar edilməsində böyük rol oynayır, bu, su anbarlarının altında süzülüb axan suların istiqamətini izləməyə imkan verir. Bunun üçün bir məntəqədən müxtəlif istiqamətdə müşahidələr aparılır (şəkil 73).



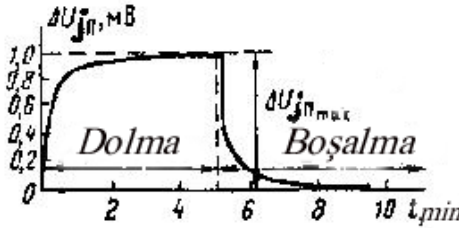
Şəkil 73. Yeraltı suların axma istiqamətini təbii elektrik sahəsi üsulu ilə təyini. a-qəbuledici xətlərin yerləşdirilməsi. b- ΔU dəyişməsi.

Mərkəzi müşahidə nöqtəsindən bütün istiqamətlərdə potensial fərqi ölçmək qəbuledici ($M_1N_1M_2N_2$) xətlərin uzunluğuna uyğun məsafədə aparılır. Kəsiklərinin sonu ΔU_1 ΔU_2 ΔU_3 ΔU_4 bir-biri ilə birləşdirirlər və səkizə oxşar fiqur alınır. Bu fiqurun uzun oxu yeraltı suların axma istiqamətini göstərir. Axının istiqaməti əmələ gələn qradientin işarəsindən asılıdır: məntəqə axma istiqamətindən aşağıda yerləşmiş olsa, orada potensial böyük olacaq. Məsələn üçün əgər şəkil 73 b-də N_1 məntəqəsində potensial, M_1 məntəqəsindəki potensialdan çoxdursa, deməli suyun axma istiqaməti M_1 -dən N_1 tərəfədir. Nəticədə demək lazımdır ki, şaquli zondlama üsulu çox sadədir, səmərəlidir və əlverişli geoloji şəraitdə yaxşı nəticələr verir.

§ 63.SÜNİ YARADILMIŞ QÜTBLƏŞMƏ ÜSULU

Süni yaradılmış qütbləşmə üsulu yerdə yaranan ikinci elektrik sahəsini öyrənir. Bu hadisə yerə uzun müddət sabit cərəyan buraxmaqla müşahidə olunur. Bu halda maye və bərk fazaların sərhədində, nəmli süxurun məsamələrində, tərəfdən dielektriklərin yanında elektirik cərəyanını yaxşı keçirən mineral olduqda bunlar arasında elektrokimyəvi reaksiya baş verir ki, bunun hesabına ikinci elektirik sahəsi yaranır. Bu prosesə yüklənərək qütbləşmə adı verilmişdir.

Kristaliki quruluşa və elektron keçiriciliyinə malik olan yüklənərək qütbləşmiş mineralların xüsusiyyəti akkumlyator hadisəsinə oxşayır (Şəkil 74). Yüklənmənin vaxtı artdıqca qütbləşmənin intensivliyi artır. Bu çox hallarda məsamələrə dolmuş elektrolitin tərkibin, onun zənginliyindən, məsamələrin quruluşundan asılıdır və qütbləşmə üsulun hidrogeoloji və dağ-mühəndis geologiyasındakı məsələlərin həllində istifadə olunmasını göstərir. Qütbləşmə üçün 3-5 dəqiqə kifayətdir ki ΔU_{sp} özünün maksimum qiymətini alsın. Cərəyan kəsildikdə AB xəttində verilən elektrik sahəsi bir anlığa yox olur, qütbləşmə sahəsi isə müəyyən vaxt keçdikdən sonra sıfır olur. Qütbləşmə sahəsinin azalması birinci saniyədə baş verir, ona görə də birinci sahə kəsilən kimi ölçməni aparmaq lazımdır.



Şəkil.74. Süni yaradılmış potensialın qiymətinin ΔU_{sp} yüklənmə və boşalma zamanı t -dən asılılığı.

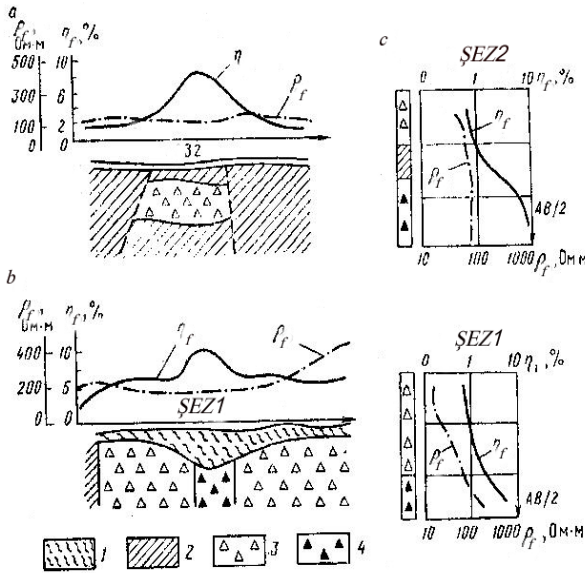
Qütbləşmə sahəsinin hesablanması aşağıdakı kimi aparılır: 1) qütbləşmə dövrü MN xəttində ΔU_{sp} , 2) AB xəttində cərəyan şiddəti

İ_{AB}, 3)MN xəttində cərəyan kəsildikdən sonra $\Delta U_{q\ddot{u}tb}$, gərginliyidir. Bu aldığımız qiymətlərlə

$$\rho_f = K \Delta U_{sp} / I, \quad \eta_f = \Delta U_{q\ddot{u}tb} / \Delta U_{sp} \cdot 100 \%$$

faizlə hesablanılır ki, burada η_f süxurun fərz olunan qütbləşməsi adlanır və faizlə ölçülür.

Müxtəlif ərazilərdə qütbləşmə üsulun təcürbi istifadəsi göstərir ki, müxtəlif filizsiz süxurların qütbləşməsi 2-4%, filiz kütlələri üçün 6%-dən çox olur. Orta qradiant üsulu ilə iş aparıldıqda, qrafiklər xəritəsi və profil boyu ρ_f və η_f qrafiki qurulur (Şəkil 75).



Şək.75. Orta qradiant qurğusunda fərz olunan qütbləşmə η_f və fərz olunan xüsusi müqavimət ρ_f , qrafiki (a, b) və ŞEZ (v,q) 1-boş yumşaq çökmələr; 2-özündə yerləşdirən süxur; sulfid dənəcikləri;3-kasıb;4-zəngin.

Şaquli zondlama qurğusu ilə müşahidə zamanı biloqarifmik kağızda ρ_f və η_f əyriləri qurulur (şəkil 75 c,q) və ölçülən kəmiyyətlər üçün şaquli kəsilişlər qurulur. Alınan nəticələri ancaq keyfiyyətcə təhlil edirlər. Hədəfi özündə yerləşdirən süxurların

qütbləşmə η_f əmsalı fon rolunu oynayır (1,5-2%) və ayrılan anomaliyanın filizləşmə ilə əlaqədar olduğunu göstərir.

XVII FƏSİL. DƏYİŞƏN ELEKTROMAQNİT SAHƏSİ ÜSULU. NƏZƏRİ ƏSASLARI

Dəyişən cərəyan elektrik kəşfiyyatında sabit olmayan harmonik elektromaqnit sahəsi öyrənilir. Dəyişən cərəyan müəyyən dövr ərzində həm qiymətini, həm də istiqamətini dəyişir.

Bu da sabit cərəyan kimi elektrik sahəsi yaradır və dəyişən kəmiyyətlərlə (gərginlik E , cərəyanın sıxlığı c , potensiallar fərqi ΔU və s.), həm də dəyişən maqnit sahəsi ilə (maqnit induksiya B və gərginliyi H) təsvir olunur.

Harmonik sahə dedikdə elə sahə başa düşülür ki, bütün kəmiyyətlər zamandan asılı olaraq kosinus yaxud sinus qanunu ilə dəyişir

$$E = E_0 \cos(\omega t + \varphi_e)$$

Burada E sahənin gərginliyinin amplitudasının qiyməti; ω -bucaq tezliyi, yaxud dövrlərin sayı $2\pi s$; φ_e , $t=0$ olanda başlanğıc fazadır t -zamanın indiki koordinatıdır.

Elektrik kəşfiyyatında dəyişən maqnit sahəsi sabit cərəyan üsulunda olduğu kimi ya qalvanik yaxud induktiv üsulla yaradılır (bax §56). Buna baxmayaraq, qalvanik üsulla həyəcanlanma sabit cərəyan üsuluna nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Bu halda dəyişən cərəyanın yaratdığı dəyişən maqnit sahəsi yerdə Ab xəttində induksiya cərəyanı yaradır, süxur layında mürəkkəb sahə yaranır, bu

cərəyanlar cəmlənərək yerdə yekün qalvanik və induktiv cərəyan yaradır. İnduktiv üsulda qidalandırıcı xətt kimi ya birdolaqlı, ya çoxdolaqlı çərçivədən istifadə edilir və yaxud da böyük konturlu ilgək Yer in üstünə qoyulur. Buradan buraxılan cərəyan özünün dəyişən maqnit sahəsi ilə süxur qatında ikinci induktiv elektrik cərəyanı yaradır. Radiodalğalar üsulunda qapalı çərçivələri açıq konturlarla əvəz edirlər, buna dalğa buraxmaq antenası deyilir.

Dəyişən cərəyanın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu dəyişən maqnit sahəsi yaradır, bu da öz növbəsində ikinci (induktiv) elektrik sahəsi yaradır. Beləliklə, mürəkkəb elektromaqnit sahəsi yaranır. Birinci və ikinci sahələr eyni zamanda mövcud olurlar, ölçmələr zamanı bu iki sahənin həndəsi cəmini ölçürük. Dəyişən ikinci maqnit sahəsi və ikinci induktiv elektrik sahəsi birinci sahədən fazasına görə geri qalır.

Maraqlı haldır ki, dəyişən cərəyan sahəsində keçiricinin müqaviməti cərəyanın tezliyi artdıqca artır, omik müqavimətdən başqa induktiv müqavimət də yaranır. Cərəyanın tezliyi artdıqca induktiv cərəyan keçiricinin səthi ilə yayılmağa başlayır, bu da naqilin en kəsiyinin sahəsinin azalması deməkdir və yaxud omik müqavimətin artmasına səbəb olur.

Dəyişən cərəyanın yaratdığı sahənin ikinci xüsusiyyəti var ki, cərəyan mənbəyindən uzaqlaşdıqca sahə zəifləyir. Bu, onunla izah olunur ki, keçirici mühit elektromaqnit sahənin enerjisinin bir hissəsini udur, beləliklə, bu enerji istilik enerjisinə çevrilir. Cərəyanın tezliyi və mühitin elektrik keçiriciliyi artdıqca enerjinin udulma əmsalı artır.

Beləliklə, dəyişən cərəyanın Yer in dərin qatlarına getməsi təkcə AB xəttinin uzunluğundan yox, cərəyanın tezliyindən və süxurların keçiriciliyindən asılıdır. Cərəyanın tezliyi və mühitin elektrik keçiriciliyi nə qədər çox olsa, cərəyanın dərin qatlara keçməsi bir o qədər az olaçaqdır.

Hər bir nöqtədə yaranan elektromaqnit sahəsi burada yaranan elektrik sahəsinin gərginliyi, E və maqnit sahəsinin gərginliyi H ilə təsvir olunur.

Elektrik sahəsinin gərginliyini E ölçmək üçün sabit cərəyan üsulunda olduğu kimi yeryə çalınmış qəbuledici elektrodlara MN mikrovoltmetr birləşdirilir. MN elektrodları arasındakı məsafəyə aid olan potensiallar fərqi MN kəsiyinin mərkəzində sahənin gərginliyinə yaxın E qiymətini verir.

Maqnit sahəsinin gərginliyinin H qiymətini induktiv üsulla qəbuledici çərçivə ilə ölçürlər. Kütlənin ölçüləri nə qədər böyük olsa və onun elektrik keçiriciliyi yüksək olsa, maqnit sahəsinin gərginliyi H normal sahənin gərginliyinə nisbətən güclü olaçaq. İnduktiv üsulun köməyi ilə yaranan və ölçülən elektromaqnit sahəsi elektrik kəşfiyyatında mühüm üstünlüyə malikdir, bu nəinki üsulun istifadə sahəsini genişləndirir eyni zamanda burada yerə elektrodlar çəlməyə ehtiyac qalmır, həm də üsul qış mövsümündə iş aparan zaman böyük əhəmiyyət kəsb edir.

§64. Maqnit tellurik üsul

Günəşdən gələn güclü yüklü zərrəciklər seli yerin ionosfer qatında olan atom və molekulları parçalayır və burulğanlı cərəyan yaradır, bunun təsiri ilə Yer qabığında və mantiyada təbii elektromaqnit sahəsi yaranır, buna maqnit tellurik sahə deyilir. Bu iki sahənin cəmindən ibarətdir: maqnit tərkib hissəsi \vec{H} və elektrik tərkib hissəsi E . Axırncı tellurik sahə adlanır. Zamandan asılı olaraq tellurik sahənin dəyişməsinin xüsusiyyətlərini öyrənməklə məşğul olan üsul yarandı. Eyni zamanda maqnit və elektrik sahələrinin tərkib hissələrinin öyrənilməsi maqnitellurik zondlama və maqnitellurik profilləmə üsullarının yaranmasına gətirib çıxardı. Maqnit tellurik sahə çox kiçik tezliyə malikdir, ona görə də Yerə çox dərin qatlarına keçə bilir, bu bir neçə on(10) yüz km dərinliyə qədər çata bilir, (TZ) tellurik zondlama məhz bu səbəbdən də ən dərin üsullardan biridir.

Yerdə tellurik cərəyanın olmasını aşkar etmək üçün ölçü cihazına qoşulmuş ikielektrodlu MN qurğusundan istifadə edirlər. Cihazın əqrəbinin kənara çıxması TÇ gərginliyinin qiymətinə uyğun gəlir. H və E vektorları verilmiş məntəqədə zamandan asılı olaraq nəinki

qiymətini, eyni zamanda istiqamətini də dəyişir. Maqnitellurik sahənin qiymətinin dəyişməsinin zamandan asılılığı çox mürəkkəb xüsusiyyətə malikdir. Tellurik cərəyanın zamandan asılı olaraq dəyişməsinə tellurik cərəyanın variyasiyası deyilir. Variasiya dövrü, ya da qeyri dövrü növlərə bölünür.

Dövrü variasiya nisbətən sabit dövrlərlə təsvir olunur və uzun, orta və kiçik dövrlü variyasiyalara ayrılır. Uzun dövrlü variasiya bir neçə saat davam edən variasiyadır, özünəməxsus tək impulsa malikdir. Bunları Yerın dərin qatlarını tədqiq edəndə öyrənirlər. Ortadövrü variasiya bir neçə saniyədən saniyənin onda biri qədər vaxtda baş verir. Qısa dövrlü və ya yüksək tezlikli variasiya onda bir saniyədən mində bir saniyə müddətində baş verən variasiyadır.

Dəvamlılıq dərəcəsinə görə variasiya iki növə bölünür: dəvamlı (dəyişməz) və qeyri-sabit. Sabit variasiya bir neçə saat (5 saat) aramsız davam edir və dövrlərin amplitudasının dəyişməsi heç bir qanunauyğunluğa tabe deyil. Ən çox müşahidə olunan dayanıqlı variasiyadır, bunun dövrü 15-60 saniyədir, bu səhər və gündüz vaxtlarında (saatlarında) baş verir. Qeyri-stabil variasiya bir silsilə impulsdur, qısa fasilələrlə (40-60 saniyə) adətən axşam və gecə müşahidə olunur.

Əməli cəhətdən daha çox əhəmiyyət kəsb edən orta dövrlü variasiyadır. Bu yerin üst qabığının elektrik xassələrindən asılıdır. Orta dövrlü variasiyanın amplitudu özülün (fundamentin) çox dərinədə olmayan hissəsində 3-10 mV/km hüdudunda dəyişir. Özülün süxurlarının üstünü örtən qalın keçirici laylar olan sahədə isə amplitudu 0.5-1 mV/km hüdudunda dəyişir.

Əgər sahəsi böyük olmayan ərazidə süxur horizontal yatırsa və onun müqaviməti eynidirsə, onda TÇ sahəsi bu ərazidə həmin anda eyni qiymətə və istiqamətə malikdir. Əgər ərazidə elektrik kəsilişi dəyişirsə, onda eyni vaxtda müxtəlif məntəqədə TÇ sahəsi müxtəlif olacaq. Bu dəyişikliyə TÇ anomaliyası deyilir, çünki bu tədqiq olunan sahənin geoloji quruluşundan asılıdır. TÇ sahəsinin öyrənilməsi geoloji quruluşun əsas xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsinə imkan verir. TÇ sahəsini ölçmək üçün maqnitellurik

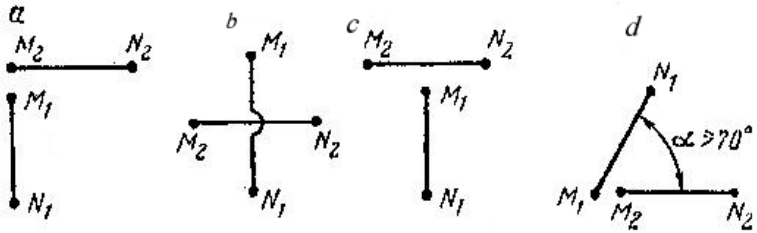
cihazdan istifadə olunur (MTL—71), bütün ləvazimatlar maşında yerləşdirilir.

TÇ sahəsini ölçmək üçün qurğu iki qəbuledici MN xəttindən ibarətdir, hər bir xətt PSMO markalı naqıldən, makaradan və iki qütbləşməyən mis kuporoslu elektrodlardan ibarətdir. Makaranın açılma şəraiti və qəbuledici elektrodların bir-birinə nisbətən yerləşməsinə görə (şəkil 76) qurğuları bir-birindən fərqləndirirlər: xaçva

rı, Q şəkilli, T şəkilli və korbucaqlı qurğular (M_1N_1 xətti ilə M_2N_2 xətti arasındakı bucaq $\alpha \geq 70^\circ$).

MTP və MTZ üsulları ilə tellurik variasiyadan H və E_x və E_y -dan başqa maqnit sahəsinin variasiyasını H_x və H_y təyin edirlər.

MTP və MTZ üsulları zaman etibarlı ilə bir-birinə uyğun gələn kvazisinoidal impuls dəstəsini ayırmağa əsaslanıb. Bu impulsların dövrləri 10-15%-dan çox fərqlənməməlidirlər, fazaları isə bir-birindən 1/15 dövrdən çox olmamalıdır. İmpulsun amplitudu 10 sm-dən az olmamalıdır. Hər dəstə impuls üçün orta dövr aşağıdakı formula ilə hesablanır.



Şək. 76. Tellurik cərəyan üsulunun ölçmə qurğuları a-Q şəkilli, b-Xaç şəkilli. v-T şəkilli, q-Bucaq şəkilli.

$$T=1/4(T.E_x+TE_u+T H_x+T H_u)$$

Ayrılan hər dəstə impuls üçün giriş impedansı $Z = E_x / H_u$ və sonra fərz olunan müqavimət təyin olunur.

$$\rho_f=0,2T|Z|^2$$

Burada T - E_x və H_u komponentlərin dövrüdür, Z bunlara əsasən hesablanır. MTZ üsulundan istifadə etdikdə nə qidalandırıcı xətdən, nə də generator qurğularından istifadə olunur, bu da əmək məhsuldarlığını artırır və çöl işlərinin maya dəyərini azaldır.

§65. İnduktiv dipol profilləmə üsulu

İDP üsulu yüksək keçiricikli filliz yataqlarının axtarışında istifadə olunur. İDP üsulu ilə çöldə iş aparmaq üçün qurğu iki dipoldan ibarət olur (qidalandıran və qəbul edən). Bu böyük diametrə malik olmayan çox sarğılı iki çərçivədən ibarətdir. Qidalandırıcı xəttə generator qoşulur, bunun köməyi ilə elektromaqnit sahəsi yaradılır. Qəbuledici, dipol ölçən cihazlara birləşdirilir və cəm maqnit sahəsini (H) ölçməyə imkan verir. Dipolları müxtəlif müstəvilərdə qoymaq olar. Hamısından çox şaquli qurğulardan istifadə olunur

(Hər iki dipol horizontal müstəvidə yerləşir), Bunun köməkliliyi ilə maqnit sahəsinin şaquli təşkiledicisini H_z -lə ölçürlər. Nadir hallarda H_y komponenti təyin olunur. Dipollar arasındakı məsafə gözlənilən hədəfin dərinliyindən iki dəfə çox olmalıdır. İş zamanı bu məsafə sabit (dəyişməz) saxlanılır, qurğunun yeri profil boyu dəyişdirilir. Şaquli qurğu ilə H_{xz} -in amplitudunu, onun fazasını φ_{cz} və horizontal qurğu ilə H_{xz} və φ_{cy} ölçülür. Açıq ərazidə axtarış planalmanı DIP üsulu ilə 1:25.000 və 1:5.000 miqyasında bir münasib tezlikdə aparılır.

Filiz kütlələrinin axtarışında və geoloji xəritəalmada müşahidələr iki tezlikdə aparılır.

Açıq ərazilərdə dəqiq planalmalar 1:5.000 və 1: 2.000 miqyasında aparılır, bununla anomaliyaların sərhədləri, lap kiçik ölçülü filiz hədəflərini, filiz kütlələrini izləmək kimi məqsədlər üçün istifadə olunur. Belə hallarda işi 6-8 hers tezliklərdə aparılır. İDP quyuların tədqiqində istifadə edilir. Bu üsuldan həmçinin aero elektrik kəşfiyyatda istifadə edirlər.

§66. Radiokip üsulu

Radiokip üsulu geniş diapazonlu (10-30 khers) radiostansiyaların verdiyi elektromaqnit sahəsinin öyrənilməsi əsasında yaranıb. Bu dalğalar bir qədər dərinliklə yayılaraq keçirici hədəflərdə ikinci induktiv elektromaqnit sahəsi yaradır. Tədqiq olunan sahə müstəvi xüsusiyyətli dalğalardır və radiostansiyadan iş aparılan əraziyə qədər olan məsafədən, radiodalğaların yayılma şəraitindən (vaxtdan, havanın vəziyyətindən) asılıdır. Kəskin metroloji dəyişiklik zamanı sahənin gərginliyi 20-50% dəyişir, ona görə də şimşəkli (ildırımli) günlərdə, güclü küləkli günlərdə, maqnit burulğanlığı olan günlərdə və s. işləmək məsləhət görülmür. Təcrübi yolla müəyyən olunub ki, radiostansiyadan 150-200 km məsafələrdə, sahəsi bir neçə on kvadrat kilometrlik olan ərazidə bircinsli mühitdə sahənin gərginliyi sabit olur.

Fəza dalğalarının yaratdığı maneələrdən qurtarmaq üçün işi orta və uzun dalğalarla aparmaq lazımdır (dalğanın uzunluğu 300 m-dən çox olmalıdır). İşlər radiokip üsulu ilə demək olar ki, gündüz uzun dalğalı verilişlərin yaxşı eşidildiyini nəzərə alaraq bütün rayonlarda aparmaq olar. Ən əlverişli vəziyyət radiostansiyanın istiqaməti ilə tədqiq olunan hədəfin uzanma istiqamətinin bir-birinə uyğun gəlməsidir, belə halda yaranan ikinci sahə xeyli güclü olur.

Elektromaqnit sahəsinin gərginliyini ölçmək üçün yanda gəzdirilən yüngül, çəkisi 2.5 kq olan maqnit antenalı cihaz hazırlanıb

(çöldə sahənin gərginliyini ölçən).

Radiokip üsulu ilə işləri ya marşrutlarda, ya da açıq sahəli ərazilərdə aparırlar. Tədqiqat sahəsində nəzarət məntəqəsi yaradılır ki, burada cihazları nizamlaşdırmağa başlayırlar, radiostansiyaların istiqamətini süxurların yayılma istiqaməti ilə uyğunlaşdırırlar. Müşahidə məntəqəsinin istiqaməti elə seçilir ki, orada α , H_z , H_p , E_x , E_y ən böyük qiymətə malik olsun. Bu işlər görüldükdən sonra operator profil boyu hər bir məntəqədə ölçmə işləri aparır. Cihazın istiqaməti bütün məntəqələrdə sabit saxlanılır, kənara çıxmaya yol verilmir. Müşahidələrin nəticələri əyrilər α , H_z , H_p , E_x , E_y və yaxud əyrininin

planı şəklində verilir. Nəticələrin təhlili keyfiyyətcə aparılır: H_z ən böyük qiyməti keçiriciliyi çox olan süxurlara uyğun gəlir (şəkil 77 a). E_x və E_y böyük qiymətləri pis keçirici süxurlara uyğundur. Dikinə düşən keçirici kütlələr üzərində H_p ən böyük qiymətlə və H_z isə iki müsbət ekstremumla ən kiçik qiymətlə ayrılır (şəkil 74 b). Belə kütlənin üst qatının yerləşdiyi dərinlik H_p anomaliyanın eninin 1/2-nə bərabərdir, yaxud H_z ekstremumunun arasındakı məsafənin yarısına bərabərdir (şəkil 74 b).

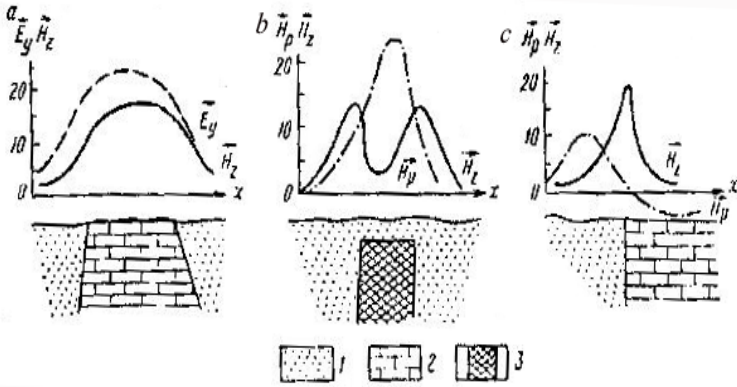
İki mühitin birləşdiyi yer H_z -in ən böyük qiymətilə və ekstremumlar arasındakı orta nöqtə H_p ilə qeyd olunur (şəkil 77 b). Hədəfin yerləşdiyi dərinliyi aşağıdakı düsturla təyin etmək olar.

$$h = \frac{(H_z)_{\max}}{(H_p)_{\max}} \frac{l}{4}$$

Burada l - iki H_p ekstremum arasındakı məsafədir. Radiokip üsulu ilə planalma işləri 1:50.000 miqyasında aparılır, bunun köməyi ilə filiz kütlələrinin yayılma istiqaməti, sərhədlərinin çəkilməsi, tektonik pozulmalar, süxurların birləşdiyi ərazilər, kvars damarları, daykalar və sərt düşən və meyilli geoloji hədəflər tədqiq edilir. Bu üsulun üstünlüyü odur ki, cihaz yüngüldür, istənilən yerdə iş aparmaq olar. Nöqsan çəhəti isə çoxlu maneələrin olmasıdır.

§67. Elektrik kəşfiyyat işləri görülmə zaman, təhlükəsizlik texnikasına riayət

1. Elektrik kəşfiyyat işlərində elektrik cərəyanı və elektrik cihazları ilə işləyən işçilərin zədələnmə təhlükəsi mövcuddur.



Şək.77. Radiokip üsulu ilə aparılan işlərin nəticələri. 1- gilli qum daşı lay; 2- əhəng daşı; 3-keçirici mühit.

Ona görə işçilərin hamısı fərdi qoruyucu vəsaitlə (rezin əlcək, rezin çəkmə) təmin olunmalıdır.

2. Qoruyucu vəsaitin yararlı olduğu müntəzəm olaraq yoxlanılmalıdır, dielektrik əlcəklər, rezin çəkmələr 6 aydan bir ayaqaltı rezin həsirlər isə 2 ildə 1 dəfə yoxlamadan keçməlidir.

3. Generatorun gövdəsi, cihazların gövdəsi və digər yüksək gərginlikli qurğular yerlə birləşdirilməlidir. Yerlə birləşdirilmiş elektrodların müqaviməti 10 Om-dan çox olmamalıdır.

4. İş zamanı batareyadan, akkumulyatordan istifadə olunan zaman onları rezin həsirlərin üzərinə qoymaq lazımdır.

5. Qidalandırıcı xətlərin uzaq məsafələrə aparılması zamanı yerlə birləşmə Yerində işçi iki nəfərdən az olmamalıdır, əgər bədbəxt hadisə baş versə, biri o birinə lazımı köməyi edə bilsin.

6. Elektrik cərəyanı buraxılmazdan əvvəl operator mütləq qidalandırıcı xəttin hazır olduğuna əmin olmalıdır, sonra bütün işçiləri xəbərdar etməlidir ki, cərəyan buraxır və cərəyanın qiymətini deməlidir. Dəstənin işçiləri əvvəlcədən təsdiq olunmuş işarəni (səslə, bayraqla, telefonla və s.) bilməlidirlər.

7. Ölçmə zamanı fəhlə elektrodlardan 2-3 metr kənara çəkilməlidir və xəttə toxunmamalıdır.

8. Marşrut torpaq yolla kəsişdikdə naqilləri yerləşdirmək üçün yolda dərin olmayan kanal qazılır. Asfalt yolla kəsişdikdə 4 metr hündürlükdə dirək qaldırılır və naqillər yolun o biri tərəfinə dirəklər vasitəsilə keçirilir. Böyük gərginlikli elektrik xətlərinin altında və onun yaxınlığında elektrik axtarışı naqillərinin qaldırılması və yaxınlaşdırılması qəti qadağandır.

9. Bütün naqillər və bloklar qoşucu ilə birləşdirilməlidir.

10. Cihazlarda nasazlıq aşkar olduqda operator göstəriş verir ki, generator dayandırılınsın. Operatorsuz nasazlığı aradan qaldırmaq olmaz.

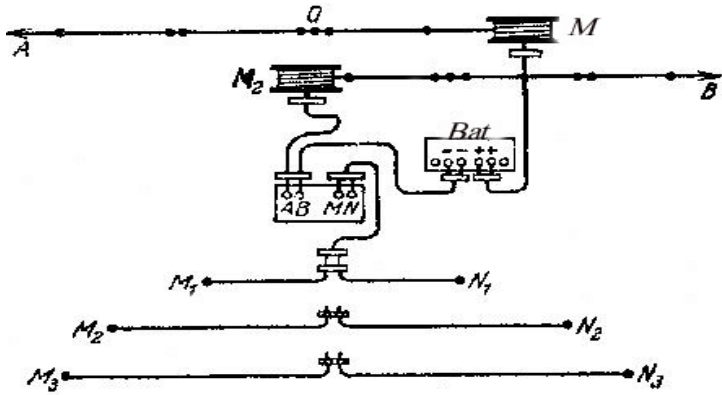
11. Operator həftədə bir dəfədən az olmayaraq meqaommetrin köməyiylə cərəyan keçirən hissələrin izolyasiyasını yoxlamalıdır.

12. Elektrodları uzaq məsafələrə aparmaq üçün brezent çantalar-dan istifadə olunmalıdır.

13. Gərginlik altında olan cihazları təmir etmək qadağandır.

14. İşçilərin hamısı qidalandırıcı AB xəttinə və yerlə birləşmənin izolyasiyasının keyfiyyətinə nəzarət etməli, yerlə birləşmənin etibarlı olduğuna əmin olmalıdır.

rin qatlarını tədqiq edirlər. Qurğunun ölçüləri elektrik kəşfiyyatının göstəriş kitabında verilir. Adətən AB/2 bərabər seçilir. 1,5; 3; 4,5; 6; 8; 10; 15; 25;40; 65; 100; 150; 230; 300; 450; 600; 800; 1000 metr. AB/2 qiymətinin dəyişməsi 1.5-dən 10 m-ə qədər, 15-dən 100 m-ə və 150-dən 1000 m-ə qədər MN arasında olan məsafə uyğun olaraq 1; 10; 100 götürülür; AB və MN xəttini çölə getməmişdən qabaq hazırlayırlar (şəkil 64). İkiqatlı üfüqi yatan kəsilişdə $\rho_1 > \rho_2$ halında şaquli zondlama əyrisi şəkil 65 a- da göstərilmişdir. Əgər kəsilişdə alt layın müqaviməti $\rho_1 < \rho_2$, onda şaquli zondlama əyrisinin forması 65 b şəklini alır.

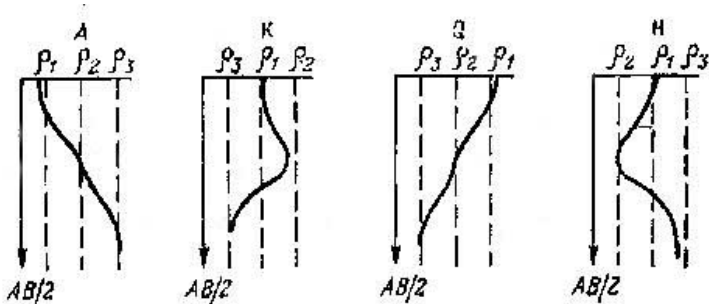


Şək.64. Simmetrik şaquli elektrik zondlama qurğusu. K_1 - K_2 qidalandırıcı AO və BO naqillərin dolaqları.

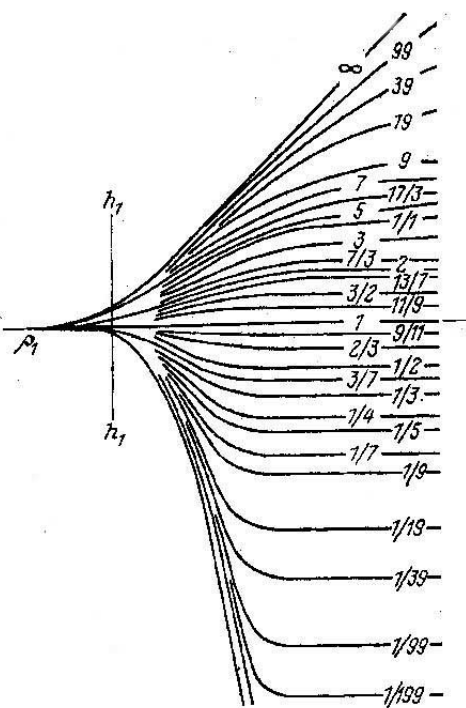
Fərz olunan müqavimət kəsilişi geoloji kəsilişin ümumi xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün istifadə edilir. Kəsiliş qurulduqda şaquli olaraq hər məntəqədə $AB/2$ -nin qiymətini loqarifmik miqyasda qeyd edirlər (Şəkil 65). AB -nin hər paylanması (yəni elektrodların bir birindən uzaqlaşdırılması) ρ_f -in qiymətləri Omm-lə yazılır və izoxətlərin planı qurulur. Kəsiliş üzrə kəmiyyətə təhlil aparılır. 66-cı

şəkildən görünür ki, 12 şaquli zondlama kəsilişin üst hissəsində anomalıya olduğunu göstərir, keçiriciliyi isə kiçik müqavimətli süxurun əmələ gəldiyi sahəyə uyğundur. Şaquli zondlamada ayrılərin kəmiyyətə təhlili daha tam geoloji nəticələr verə bilər, bunun köməyi ilə kəsilişdə layların sayının qalınlığını və müqavimətini təyin edə bilərik.

Üç üfqi yatan laylı kəsilişlərdə şaquli zondlamanın ayrısı dörd olur. A, K, Q, H (şəkil 67). Çoxlaylı ayrılər bir neçə üç laylı



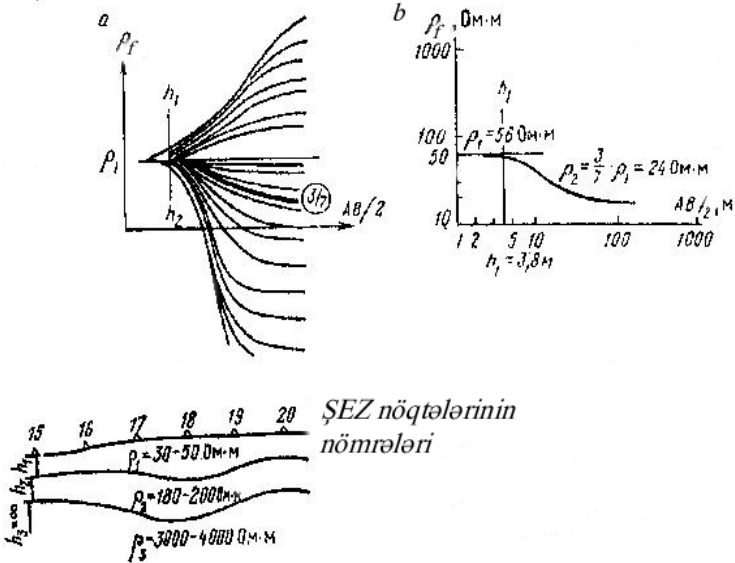
Şəkil.67. Üç laylı ŞEZ əyrisinin tipləri.



Şəkil.68. İkilaylı ρ_2 paletkəsi.

İkilaylı əyrilərin kəmiyyətə təhlilinin əsas elementlərinin təyininə baxaq. İki laylı kəsilişdə ρ_2/ρ_1 nisbətinin müxtəlif qiymətləri üçün hesablanan ρ_2 nəzəri əyrisi bir diaqramda ikilaylı

şəbəkə növü kimi qurulur. (şəkil68). Şəbəkənin hər bir əyrisi üçün ρ_2/ρ_1 nisbi göstərilmişdir. h_1 və ρ_1 qiymətləri vahid götürülür h_1 və ρ_1 -in kəsişdiyi nöqtəyə şəbəkənin çarpazı deyilir. Şaquli zondlamanın müşahidələrindən alınan əyrini şəffaf kağıza çəkib (şəkil 69 b) əyrinin koordinatları $AB/2$ və ρ_f qeyd olunur. Sonra şaquli zondlamanın əyrisini ikilaylı şəbəkənin əyrisinin üzərində yerləşdirərək elə etmək lazımdır ki, əyri şəbəkənin əyrisinin üzərinə düşsün, əyrinin və şəbəkənin oxları paralel olsunlar. Əyri üst-üstə salındıqdan sonra şəffaf kağızda şəbəkənin çarpazını qeyd edirlər (h_1 və ρ_1 -in kəsişdiyi nöqtə) və şəbəkə əyrisinin indeksi yazılır. Sonra şəffaf kağıza şaquli zondlama əyrisi ilə birlikdə yenidən biloqarifmik blank gətirilir və h_1 xətti ilə layın sərhədinin ayrıldığı dərinliyi təyin edirlər. Burada $AB/2$ oxundan istifadə olunur (bax şək.69 b) ρ_f oxundan ρ_1 qiyməti götürülür.



Şək.69. Geoelektrik kəsiliş və ŞEZ əyrisinin təhlili. A-nəzəri şəbəkə; b-söl ŞEZ əyrisi.

Şəbəkədən ρ_2/ ρ_1 nisbəti götürülür (şək. 68 a), bu dairə ilə işarə olunur. ρ_2/ ρ_1 nisbətini və ρ_1 in qiymətlərini bilərək ikinci layın müqavimətini hesablamaq olur.

Elektrik zondlamanı tək cə simmetrik qurğu ilə yox, AMNB və başqaları o cümlədən üç elektrodlu qurğular vasitəsi ilə də aparmaq olur.

XVI FƏSİL

FİZİKİ-KİMYƏVİ MƏNŞƏLİ ÜSULLAR

§62. Təbii elektrik sahəsi üsulu

Təbii elektrik sahəsi üsulu Yer qabığının səthinə yaxın sulfidli, kobaltlı, qrafitli, maqnetitli, nikelli, antrasitli, piritli, pirrotinli və kömürlü süxur layları ətrafında yaranan yerli elektrik sahəsinin öyrənilməsinə əsaslanıb.

Təbii elektrik sahəsi yerdə insan müdaxiləsi olmadan elektrik hərəkət qüvvəsi sayəsində kimyəvi, süzəlmə və diffuziya prosesləri zamanı baş verir.

Təbii elektrik sahəsi eyni zamanda məsaməli laylarda suyun dövriyyəsi nəticəsində, filiz kütlələrinin sərhədində, yaxud da müxtəlif keçiricili iki layın sərhədində, həmçinin yer altında süni yaradılmış qurğuların ətrafında (su, qaz boruları, dəmir yolu relsləri) yaranır.

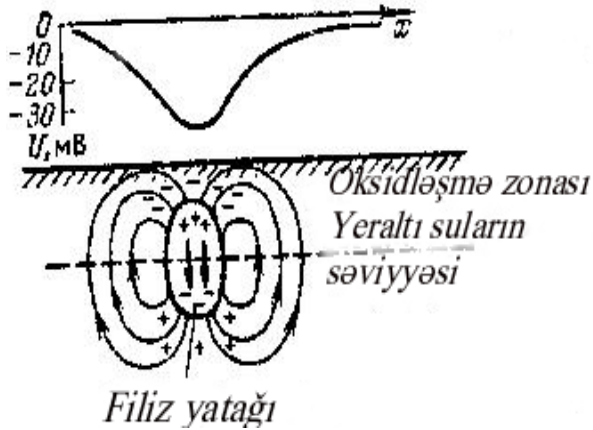
Təbii elektrik sahəsinin yaranmasının əsas səbəbi fiziki-kimyəvi proseslərdir, bu sulfid yataqlarında aşınma nəticəsində oksidləşmə və bərpaolma reaksiyaları zamanı filiz kütləsinin iştirakı ilə baş verir.

İstənilən elektrik hərəkətverici qüvvəsi tərəfindən filiz kütləsində polyarizasiya baş verir, onda həmin ərazi üzərində təbii elektrik sahəsi müşahidə olunur. Kəsilişin üst qatı oksigenlə zəngin olur. Filiz kütləsi su ilə oksidləşmə reaksiyasında iştirak edir, öz elektronlarını ona verərək müsbət yüklü potensial əldə edir, bu kütləni özündə yerləşdirən mühit isə yüklənərək mənfi potensiala malik olur (şəkil 70).

Kəsilişin alt hissəsində bərpaolunma reaksiyası nəticəsində filiz kütləsi elektronları özünə birləşdirir və mənfi potensial yaradır, kütləni özündə saxlayan mühit isə müsbət yüklü potensiala malik olur. Yüklərin belə paylanması elektrik sahəsinin yaranmasına səbəb olur. Ona görə də filiz yataqları üzərində mənfi potensiallı elektrik sahəsinin yaranmasına səbəb olur və müşahidə edilir. Mənfi

potensiala malik olan anomaliya filiz kütləsinin yerləşdiyi dərinlikdən və onun ölçülərindən asılıdır.

Təbii elektrik sahəsi üsulu hidrogeoloji və dağ mühəndis tədqiqatlarında, torpaq sularının axma istiqamətinin təyini, torpaq layları altında çat suların çıxdığı yerin, su quyularında suyun süzülüb yığılmasının və s.-nin öyrənilməsində ən geniş istifadə olunan sahədir. Bundan başqa bu üsul faydalı qazıntıların yüksək keçirici



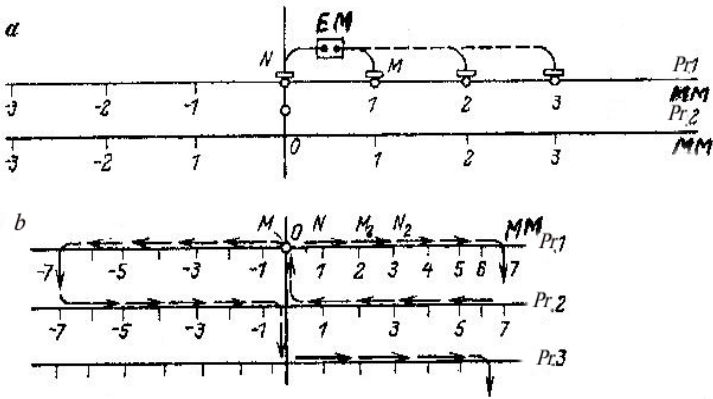
Şək.70. Sulfid yatağı üzərində təbii elektrik sahəsinin yaranması.

süxurların xəritəyə alınmasında geniş istifadə olunur. Təbii elektrik sahəsinin ölçülməsi Yer in səthində, quyuda, yeraltı dağ mədən istehsal yerlərində aparılır. Elektrodlar arasında potensiallar fərqi qiyəti M elektrodunun yerləşdiyi məntəqənin potensialı adlanır. (şəkil 71 a 1,2,3 məntəqə).

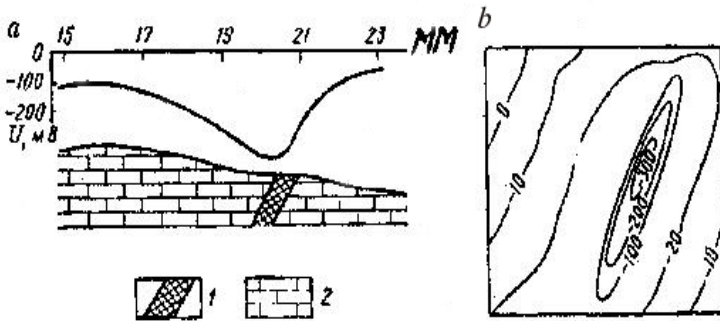
Potensial üsulla görülən iş qəbuledici elektrodlardan M birinin yerini dəyişməklə aparılır, ikinci elektrod N ana xətt üzərində tərənəmz yerləşdirilir və potensialın qiyməti həmin nöqtədə sıfır qəbul olunur. Potensialın qiyməti əyri və bərabər potensial xəritəsi kimi göstərilir (bax şəkil 72 a,b).

Potensialın izoxəttinin xarici görünüşü filiz kütləsi haqda ümumi təsəvvür yaranmasına imkan verir. Layın oxunun kiçik qiyməti axtarılan hədəfin yerləşdiyinə uyğun gəlir. Mənfi anomalialar bir qay

da olaraq sulfid yataqları, kömür layları, antrasit və grafit layları üzərində əmələ gəlir.



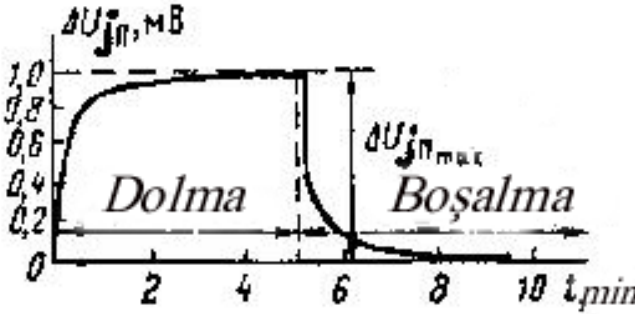
Şəkil.71. Potensial üsulu ilə müşahidə sxemi (a) gradient potensialı (b) ÖC ölçmə cihazı.



§ 63.SÜNİ YARADILMIŞ QÜTBLƏŞMƏ ÜSULU

Süni yaradılmış qütbləşmə üsulu yerdə yaranan ikinci elektrik sahəsini öyrənir. Bu hadisə yerə uzun müddət sabit cərəyan buraxmaqla müşahidə olunur. Bu halda maye və bərk fazaların sərhədində, nəmli süxurun məsamələrində, tərəfdən dielektriklərin yanında elektirik cərəyanını yaxşı keçirən mineral olduqda bunlar arasında elektrokimyəvi reaksiya baş verir ki, bunun hesabına ikinci elektirik sahəsi yaranır. Bu prosesə yüklənərək qütbləşmə adı verilmişdir.

Kristalın quruluşu və elektron keçiriciliyinə malik olan yüklənərək qütbləşmiş mineralların xüsusiyyəti akkumulyator hadisəsinə oxşayır (Şəkil 74). Yüklənmənin vaxtı artdıqca qütbləşmənin intensivliyi artır. Bu çox hallarda məsamələrə dolmuş elektrolitin tərkibin,



Şəkil.74. Süni yaradılmış potensialın qiymətinin ΔU_{sp} yüklənmə və boşalma zamanı t -dən asılılığı.

onun zənginliyindən, məsamələrin quruluşundan asılıdır və qütbləşmə üsulun hidrogeoloji və dağ-mühəndis geologiyasındakı məsələlərin həllində istifadə olunmasını göstərir. Qütbləşmə üçün 3-5 dəqiqə kifayətdir ki ΔU_{sp} özünün maksimum qiymətini alsın. Cərəyan kəsildikdə AB xəttində verilən elektrik sahəsi bir anlığa yox olur, qütbləşmə sahəsi isə müəyyən vaxt keçdikdən sonra sıfır olur.

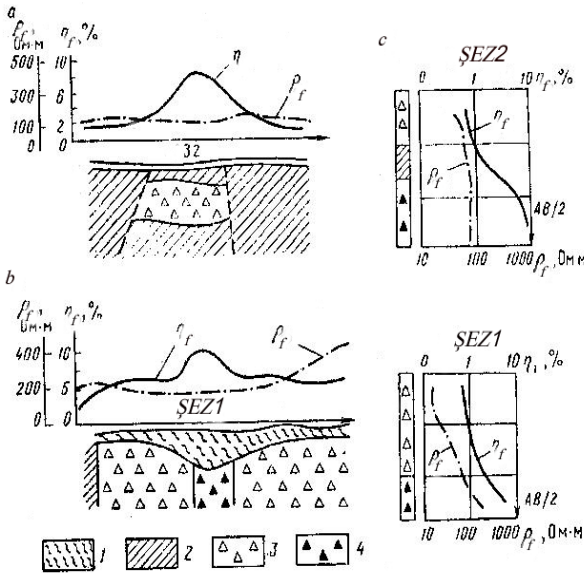
Qütbləşmə sahəsinin azalması birinci saniyədə baş verir, ona görə də birinci sahə kəsilən kimi ölçməni aparmaq lazımdır.

Qütbləşmə sahəsinin hesablanması aşağıdakı kimi aparılır: 1) qütbləşmə dövrü MN xəttində ΔU_{sp} , 2) AB xəttində cərəyan şiddəti I_{AB} , 3) MN xəttində cərəyan kəsildikdən sonra $\Delta U_{qütb}$, gərginliyidir. Bu aldığımız qiymətlərlə

$$\rho_f = K \Delta U_{sp} / I, \quad \eta_f = \Delta U_{qütb} / \Delta U_{sp} \cdot 100 \%$$

faizlə hesablanır ki, burada η_f süxurun fərz olunan qütbləşməsi adlanır və faizlə ölçülür.

Müxtəlif ərazilərdə qütbləşmə üsulun təcrübi istifadəsi göstərir ki, müxtəlif filizsiz süxurların qütbləşməsi 2-4%, filiz kütlələri üçün 6%-dən çox olur. Orta gradient üsulu ilə iş aparıldıqda, qrafiklər xəritəsi və profil boyu ρ_f və η_f qrafiki qurulur (Şəkil 75).



Şək.75. Orta gradient qurğusunda fərz olunan qütbləşmə η_f və fərz olunan xüsusi müqavimət ρ_f qrafiki (a, b) və ŞEZ (v,q) 1-boş yumşaq çökmələr; 2-özündə yerləşdirən süxur; sulfid dənəcikləri;3-kasıb;4-zəngin.

Şaquli zondlama qurğusu ilə müşahidə zamanı biloqarifmik

kağızda ρ_f və η_f ayrıları qurulur (şəkil 75 c,q) və ölçülən kəmiyyətlər üçün şaquli kəsilişlər qurulur. Alınan nəticələri ancaq keyfiyyətə təhlil edirlər. Hədəfi özündə yerləşdirən süxurların qütbləşmə η_f əmsalı fon rolunu oynayır (1,5-2%) və ayrılan anomaliyanın filizləşmə ilə əlaqədar olduğunu göstərir.

XVII FƏSİL

DƏYİŞƏN ELEKTROMAQNİT SAHƏSİ ÜSULU.

NƏZƏRİ ƏSASLARI.

Dəyişən cərəyan elektrik kəşfiyyatında sabit olmayan harmonik elektromaqnit sahəsi öyrənilir. Dəyişən cərəyan müəyyən dövr ərzində həm qiymətini, həm də istiqamətini dəyişir.

Bu da sabit cərəyan kimi elektrik sahəsi yaradır və dəyişən kəmiyyətlərlə (gərginlik E , cərəyanın sıxlığı c , potensiallar fərqi ΔU və s.), həm də dəyişən maqnit sahəsi ilə (maqnit induksiyası B və gərginliyi H) təsvir olunur.

Harmonik sahə dedikdə elə sahə başa düşülür ki, bütün kəmiyyətlər zamandan asılı. olaraq kosinus yaxud sinus qanunu ilə dəyişir

$$E = E_0 \cos(\omega t + \varphi_e)$$

Burada E sahənin gərginliyinin amplitudasının qiyməti; (ω -bucaq tezliyi, yaxud dövrlərin sayı $2\pi s$; φ_e , $t=0$ olanda başlanğıc fazadır t -zamanın indiki koordinatıdır.

Elektrik kəşfiyyatında dəyişən maqnit sahəsi sabit cərəyan üsulunda olduğu kimi ya qalvanik yaxud induktiv üsulla yaradılır (bax §56). Buna baxmayaraq, qalvanik üsulla həyəcanlanma sabit cərəyan üsuluna nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Bu halda dəyişən cərəyanın yaratdığı dəyişən maqnit sahəsi yerdə Ab xəttində

induksiya cərəyanı yaradır, süxur layında mürəkkəb sahə yaranır, bu cərəyanlar cəmlənərək yerdə yekün qalvanik və induktiv cərəyan yaradır. İnduktiv üsulda qidalandırıcı xətt kimi ya birdolaqlı, ya çoxdolaqlı çərçivədən istifadə edilir və yaxud da böyük konturlu ilgək Yer in üstünə qoyulur. Buradan buraxılan cərəyan özünün dəyişən maqnit sahəsi ilə süxur qatında ikinci induktiv elektrik cərəyanı yaradır. Radiodalğalar üsulunda qapalı çərçivələri açıq konturlarla əvəz edirlər, buna dalğa buraxmaq antenası deyilir.

Dəyişən cərəyanın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu dəyişən maqnit sahəsi yaradır, bu da öz növbəsində ikinci (induktiv) elektrik sahəsi yaradır. Beləliklə, mürəkkəb elektromaqnit sahəsi yaranır. Birinci və ikinci sahələr eyni zamanda mövcud olurlar, ölçmələr zamanı bu iki sahənin həndəsi cəmini ölçürük. Dəyişən ikinci maqnit sahəsi və ikinci induktiv elektrik sahəsi birinci sahədən fazasına görə geri qalır.

Maraqlı haldır ki, dəyişən cərəyan sahəsində keçiricinin müqaviməti cərəyanın tezliyi artdıqca artır, omik müqavimətdən başqa induktiv müqavimət də yaranır. Cərəyanın tezliyi artdıqca induktiv cərəyan keçiricinin səthi ilə yayılmağa başlayır, bu da naqilin en kəsiyinin sahəsinin azalması deməkdir və yaxud omik müqavimətin artmasına səbəb olur.

Dəyişən cərəyanın yaratdığı sahənin ikinci xüsusiyyəti var ki, cərəyan mənbəyindən uzaqlaşdıqca sahə zəifləyir. Bu, onunla izah olunur ki, keçirici mühit elektromaqnit sahənin enerjisinin bir hissəsini udur, beləliklə, bu enerji istilik enerjisinə çevrilir. Cərəyanın tezliyi və mühitin elektrik keçiriciliyi artdıqca enerjinin udulma əmsalı artır.

Beləliklə, dəyişən cərəyanın Yer in dərin qatlarına getməsi təkcə AB xəttinin uzunluğundan yox, cərəyanın tezliyindən və süxurların keçiriciliyindən asılıdır. Cərəyanın tezliyi və mühitin elektrik keçiriciliyi nə qədər çox olsa, cərəyanın dərin qatlara keçməsi bir o qədər az olaçaqdır.

Hər bir nöqtədə yaranan elektromaqnit sahəsi burada yaranan elektrik sahəsinin gərginliyi, E və maqnit sahəsinin gərginliyi H ilə təsvir olunur.

Elektrik sahəsinin gərginliyini E ölçmək üçün sabit cərəyan üsulunda olduğu kimi yeryə çalınmış qəbuledici elektrodlara MN mikrovoltmetr birləşdirilir. MN elektrodları arasındakı məsafəyə aid olan potensiallar fərqi MN kəsiyinin mərkəzində sahənin gərginliyinə yaxın E qiymətini verir.

Maqnit sahəsinin gərginliyinin H qiymətini induktiv üsulla qəbuledici çərçivə ilə ölçürlər. Kütlənin ölçüləri nə qədər böyük olsa və onun elektrik keçiriciliyi yüksək olsa, maqnit sahəsinin gərginliyi H normal sahənin gərginliyinə nisbətən güclü olaçaq. İnduktiv üsulun köməyi ilə yaranan və ölçülən elektromaqnit sahəsi elektrik kəşfiyyatında mühüm üstünlüyə malikdir, bu nəinki üsulun istifadə sahəsini genişləndirir eyni zamanda burada yerə elektrodlar çəlməyə ehtiyac qalmır, həm də üsul qış mövsümündə iş aparan zaman böyük əhəmiyyət kəsb edir.

§64. Maqnit tellurik üsul

Günəşdən gələn güclü yüklü zərrəciklər seli yerin ionosfer qatında olan atom və molekulları parçalayır və burulğanlı cərəyan yaradır, bunun təsiri ilə Yer qabığında və mantiyada təbii elektromaqnit sahəsi yaranır, buna maqnit tellurik sahə deyilir. Bu iki sahənin cəmindən ibarətdir: maqnit tərkib hissəsi \vec{H} və elektrik tərkib hissəsi E . Axırını tellurik sahə adlanır. Zamandan asılı olaraq tellurik sahənin dəyişməsinin xüsusiyyətlərini öyrənməklə məşğul olan üsul yarandı. Eyni zamanda maqnit və elektrik sahələrinin tərkib hissələrinin öyrənilməsi maqnitellurik zondlama və maqnitellurik profilləmə üsullarının yaranmasına gətirib çıxardı. Maqnit tellurik sahə çox kiçik tezliyə malikdir, ona görə də Yerə çox dərin qatlarına keçə bilir, bu bir neçə on(10) yüz km dərinliyə qədər çata bilir, (TZ) tellurik zondlama məhz bu səbəbdən də ən dərin üsullardan biridir.

Yerdə tellurik cərəyanın olmasını aşkar etmək üçün ölçü cihazına qoşulmuş ikielektrodlu MN qurğusundan istifadə edirlər. Cihazın əqrəbinin kənara çıxması TÇ gərginliyinin qiymətinə uyğun gəlir. H və E vektorları verilmiş məntəqədə zamandan asılı olaraq nəinki qiymətini, eyni zamanda istiqamətini də dəyişir. Maqnitellurik sahənin qiymətinin dəyişməsinin zamandan asılılığı çox mürəkkəb xüsusiyyətə malikdir. Tellurik cərəyanın zamandan asılı olaraq dəyişməsinə tellurik cərəyanın variyasiyası deyilir. Variasiya dövrü, ya da qeyri dövrü növlərə bölünür.

Dövrü variasiya nisbətən sabit dövrlərlə təsvir olunur və uzun, orta və kiçik dövrlü variasiyalara ayrılır. Uzun dövrlü variasiya bir neçə saat davam edən variasiyadır, özünəməxsus tək impulsa malikdir. Bunları Yerın dərin qatlarını tədqiq edəndə öyrənirlər. Ortadövrü variasiya bir neçə saniyədən saniyənin onda biri qədər vaxtda baş verir. Qısa dövrlü və ya yüksək tezlikli variasiya onda bir saniyədən mində bir saniyə müddətində baş verən variasiyadır.

Dəvamlılıq dərəcəsinə görə variasiya iki növə bölünür: dəvamlı (dəyişməz) və qeyri-sabit. Sabit variasiya bir neçə saat (5 saat) aramsız davam edir və dövrlərin amplitudasının dəyişməsi heç bir qanunauyğunluğa tabe deyil. Ən çox müşahidə olunan dayanıqlı variasiyadır, bunun dövrü 15-60 saniyədir, bu səhər və gündüz vaxtlarında (saatlarında) baş verir. Qeyri-stabil variasiya bir silsilə impulsdur, qısa fasilələrlə (40-60 saniyə) adətən axşam və gecə müşahidə olunur.

Əməli cəhətdən daha çox əhəmiyyət kəsb edən orta dövrlü variasiyadır. Bu yerin üst qabığının elektrik xassələrindən asılıdır. Orta dövrlü variasiyanın amplitudu özülün (fundamentin) çox dərinədə olmayan hissəsində 3-10 mV/km hüdudunda dəyişir. Özülün süxurlarının üstünü örtən qalın keçirici laylar olan sahədə isə amplitudu 0.5-1 mV/km hüdudunda dəyişir.

Əgər sahəsi böyük olmayan ərazidə süxur horizontal yatırsa və onun müqaviməti eynidirsə, onda TÇ sahəsi bu ərazidə həmin anda eyni qiymətə və istiqamətə malikdir. Əgər ərazidə elektrik kəsilişi dəyişirsə, onda eyni vaxtda müxtəlif məntəqədə TÇ sahəsi müxtəlif

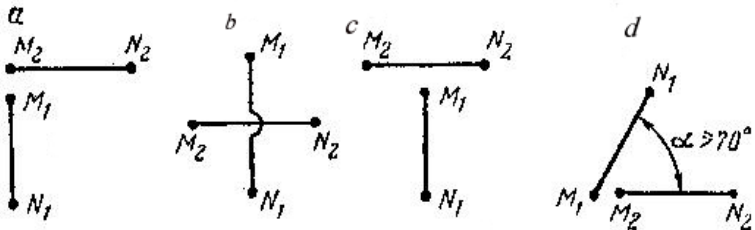
olacaq. Bu dəyişikliyə TÇ anomaliyası deyilir, çünki bu tədqiq olunan sahənin geoloji quruluşundan asılıdır. TÇ sahəsinin öyrənilməsi geoloji quruluşun əsas xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsinə imkan verir. TÇ sahəsinə ölçmək üçün maqnitellurik cihazdan istifadə olunur (MTL—71), bütün ləvazimatlar maşında yerləşdirilir.

TÇ sahəsinə ölçmək üçün qurğu iki qəbuledici MN xəttindən ibarətdir, hər bir xətt PSMO markalı naqıldən, makaradan və iki qütbləşməyən mis kuporoslu elektrodlardan ibarətdir. Makaranın açılma şəraiti və qəbuledici elektrodların bir-birinə nisbətən yerləşməsinə görə (şəkil 76) qurğuları bir-birindən fərqləndirirlər: xaçva

rı, Q şəkilli, T şəkilli və korbucaqlı qurğular (M_1N_1 xətti ilə M_2N_2 xətti arasındakı bucaq $\alpha \geq 70^\circ$).

MTP və MTZ üsulları ilə tellurik variyasiyadan H və E_x və E_y -dan başqa maqnit sahəsinin variyasiyasını H_x və H_y təyin edirlər.

MTP və MTZ üsulları zaman etibarlı ilə bir-birinə uyğun gələn kvazisinoidal impulsar dəstəsini ayırmağa əsaslanıb. Bu impulsların dövrləri 10-15%-dan çox fərqlənməməlidirlər, fazaları isə bir-birindən 1/15 dövrdən çox olmamalıdır. İmpulsun amplitudu 10 sm-dən az olmamalıdır. Hər dəstə impuls üçün orta dövr aşağıdakı formula ilə hesablanır.



Şəkil 76. Tellurik cərəyan üsulunun ölçmə qurğuları a-Q şəkilli, b-Xaç şəkilli, v-T şəkilli, q-Bucaq şəkilli.

$$T=1/4(T.E_x+TE_u+T H_x+T H_u)$$

Ayrılan hər dəstə impuls üçün giriş impedansı $Z = E_x / H_u$ və sonra fərz olunan müqavimət təyin olunur.

$$\rho_f = 0,2T|Z|^2$$

Burada T - E_x və H_u komponentlərin dövrüdür, Z bunlara əsasən hesablanır. MTZ üsulundan istifadə etdikdə nə qidalandırıcı xətdən, nə də generator qurğularından istifadə olunur, bu da əmək məhsuldarlığını artırır və çöl işlərinin maya dəyərini azaldır.

§65. İnduktiv dipol profilləmə üsulu

İDP üsulu yüksək keçiricikli filliz yataqlarının axtarışında istifadə olunur. İDP üsulu ilə çöldə iş aparmaq üçün qurğu iki dipoldan ibarət olur (qidalandıran və qəbul edən). Bu böyük diametrə malik olmayan çox sarğılı iki çərçivədən ibarətdir. Qidalandırıcı xəttə generator qoşulur, bunun köməyi ilə elektromaqnit sahəsi yaradılır. Qəbuledici, dipol ölçən cihazlara birləşdirilir və cəm maqnit sahəsini (H) ölçməyə imkan verir. Dipolları müxtəlif müstəvilərdə qoymaq olar. Hamısından çox şaquli qurğulardan istifadə olunur

(Hər iki dipol horizontal müstəvidə yerləşir), Bunun köməkliyi ilə maqnit sahəsinin şaquli təşkiləddicisini H_z -lə ölçürlər. Nadir hallarda H_y komponenti təyin olunur. Dipollar arasındakı məsafə gözlənilən hədəfin dərinliyindən iki dəfə çox olmalıdır. İş zamanı bu məsafə sabit (dəyişməz) saxlanılır, qurğunun yeri profil boyu dəyişdirilir. Şaquli qurğu ilə H_{xz} -in amplitudunu, onun fazasını φ_{cz} və horizontal qurğu ilə H_{xz} və φ_{cy} ölçülür. Açıq ərazidə axtarış planalmanı DİP üsulu ilə 1:25.000 və 1:5.000 miqyasında bir münasib tezlikdə aparılır.

Filiz kütlələrinin axtarışında və geoloji xəritəəlmada müşahidələr iki tezlikdə aparılır.

Açıq ərazilərdə dəqiq planalmalar 1:5.000 və 1: 2.000 miqyasında aparılır, bununla anomaliyaların sərhədləri, lap kiçik ölçülü filiz hədəflərini, filiz kütlələrini izləmək kimi məqsədlər üçün istifadə olunur. Belə hallarda işi 6-8 hers tezliklərdə aparılır. İDP quyuların

tədqiqində istifadə edilir. Bu üsuldən həmçinin aero elektrik kəşfiyyatda istifadə edirlər.

§66. Radiokip üsulu

Radiokip üsulu geniş diapazonlu (10-30 khers) radiostansiyaların verdiyi elektromaqnit sahəsinin öyrənilməsi əsasında yaranıb. Bu dalğalar bir qədər dərinliklə yayılaraq keçirici hədəflərdə ikinci induktiv elektromaqnit sahəsi yaradır. Tədqiq olunan sahə müstəvi xüsusiyyətli dalğalardır və radiostansiyadan iş aparılan əraziyə qədər olan məsafədən, radiodalğaların yayılma şəraitindən (vaxtdan, havanın vəziyyətindən) asılıdır. Kəskin metroloji dəyişiklik zamanı sahənin gərginliyi 20-50% dəyişir, ona görə də şimşəkli (ildırımli) günlərdə, güclü küləkli günlərdə, maqnit burulğanlığı olan günlərdə və s. işləmək məsləhət görülmür. Təcrübi yolla müəyyən olunub ki, radiostansiyadan 150-200 km məsafələrdə, sahəsi bir neçə on kvadrat kilometrlik olan ərazidə bircinsli mühitdə sahənin gərginliyi sabit olur.

Fəza dalğalarının yaratdığı maneələrdən qurtarmaq üçün işi orta və uzun dalğalarla aparmaq lazımdır (dalğanın uzunluğu 300 m-dən çox olmalıdır). İşlər radiokip üsulu ilə demək olar ki, gündüz uzun dalğalı verilişlərin yaxşı eşidildiyini nəzərə alaraq bütün rayonlarda aparmaq olar. Ən əlverişli vəziyyət radiostansiyanın istiqaməti ilə tədqiq olunan hədəfin uzanma istiqamətinin bir-birinə uyğun gəlməsidir, belə halda yaranan ikinci sahə xeyli güclü olur.

Elektromaqnit sahəsinin gərginliyini ölçmək üçün yanda gəzdirilən yüngül, çəkisi 2.5 kq olan maqnit antenalı cihaz hazırlanıb

(çöldə sahənin gərginliyini ölçən).

Radiokip üsulu ilə işləri ya marşrutlarda, ya da açıq sahəli ərazilərdə aparırlar. Tədqiqat sahəsində nəzarət məntəqəsi yaradılır ki, burada cihazları nizamlamağa başlayırlar, radiostansiyaların istiqamətini süxurların yayılma istiqaməti ilə uyğunlaşdırırlar. Müşahidə məntəqəsinin istiqaməti elə seçilir ki, orada α , H_z , H_p , E_x , E_y ən böyük qiymətə malik olsun. Bu işlər görüldükdən sonra operator

profil boyu hər bir məntəqədə ölçmə işləri aparır. Cihazın istiqaməti bütün məntəqələrdə sabit saxlanılır, kənara çıxmaya yol verilmir. Müşahidələrin nəticələri əyrilər α , H_z , H_p , E_x , E_y və yaxud əyrinin planı şəklində verilir. Nəticələrin təhlili keyfiyyətcə aparılır: H_z ən böyük qiyməti keçiriciliyi çox olan süxurlara uyğun gəlir (şəkil 77 a). E_x və E_y böyük qiymətləri pis keçirici süxurlara uyğun dur. Dikinə düşən keçirici kütlələr üzərində H_p ən böyük qiymətlə və H_z isə iki müsbət ekstremumla ən kiçik qiymətlə ayrılır (şəkil 74 b). Belə kütlənin üst qatının yerləşdiyi dərinlik H_p anomaliyanın eninin 1/2-nə bərabərdir, yaxud H_z ekstremumunun arasındakı məsafənin yarısına bərabərdir (şəkil 74 b).

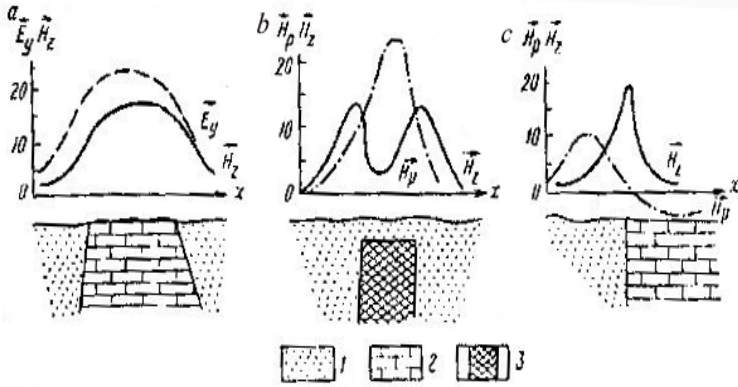
İki mühitin birləşdiyi yer H_z -in ən böyük qiymətilə və ekstremumlar arasındakı orta nöqtə H_p ilə qeyd olunur (şəkil 77 b). Hədəfin yerləşdiyi dərinliyi aşağıdakı düsturla təyin etmək olar.

$$h = \frac{(H_z)_{\max}}{(H_p)_{\max}} \frac{l}{4}$$

Burada l - iki H_p ekstremum arasındakı məsafədir. Radiokip üsulu ilə planalma işləri 1:50.000 miqyasında aparılır, bunun köməyi ilə filiz kütlələrinin yayılma istiqaməti, sərhədlərinin çəkilməsi, tektonik pozulmalar, süxurların birləşdiyi ərazilər, kvars damarları, daykalar və sərt düşən və meyilli geoloji hədəflər tədqiq edilir. Bu üsulun üstünlüyü odur ki, cihaz yüngüldür, istənilən yerdə iş aparmaq olar. Nöqsan cəhəti isə çoxlu maneələrin olmasıdır.

§67. Elektrik kəşfiyyat işləri görülmə zaman, təhlükəsizlik texnikasına riayət

2. Elektrik kəşfiyyat işlərində elektrik cərəyanı və elektrik cihazları ilə işləyən işçilərin zədələnmə təhlükəsi mövcuddur.



Şək.77. Radiokip üsulu ilə aparılan işlərin nəticələri. 1- gilli qum daşığı; 2- əhəng daşığı; 3-keçirici mühit.

Ona görə işçilərin hamısı fərdi qoruyucu vəsaitlə (rezin əlcək, rezin çəkmə) təmin olunmalıdır.

2. Qoruyucu vəsaitin yararlı olduğu müntəzəm olaraq yoxlanılmalıdır, dielektrik əlcəklər, rezin çəkmələr 6 aydan bir ayaqaltı rezin həsirlər isə 2 ildə 1 dəfə yoxlamadan keçməlidir.

3. Generatorun gövdəsi, cihazların gövdəsi və digər yüksək gərginlikli qurğular yerlə birləşdirilməlidir. Yerlə birləşdirilmiş elektrodların müqaviməti 10 Om-dan çox olmamalıdır.

4. İş zamanı batareyadan, akkumulyatordan istifadə olunan zaman onları rezin həsirlərin üzərinə qoymaq lazımdır.

5. Qidalandırıcı xətlərin uzaq məsafələrə aparılması zamanı yerlə birləşmə yerində işçi iki nəfərdən az olmamalıdır, əgər bədbəxt hadisə baş versə, biri o birinə lazımı köməyi edə bilsin.

6. Elektrik cərəyanı buraxılmazdan əvvəl operator mütləq qidalandırıcı xəttin hazır olduğuna əmin olmalıdır, sonra bütün işçiləri xəbərdar etməlidir ki, cərəyan buraxır və cərəyanın qiymətini deməlidir. Dəstənin işçiləri əvvəlcədən təsdiq olunmuş işarəni (səslə, bayraqla, telefonla və s.) bilməlidirlər.

7. Ölçmə zamanı fəhlə elektrodlardan 2-3 metr kənara çəkilməlidir və xəttə toxunmamalıdır.

8. Marşrut torpaq yolla kəsişdikdə naqilləri yerləşdirmək üçün yolda dərin olmayan kanal qazılır. Asfalt yolla kəsişdikdə 4 metr hündürlükdə dirək qaldırılır və naqillər yolun o biri tərəfinə dirəklər vasitəsilə keçirilir. Böyük gərginlikli elektrik xətlərinin altında və onun yaxınlığında elektrik axtarışı naqillərinin qaldırılması və yaxınlaşdırılması qəti qadağandır.

9. Bütün naqillər və bloklar qoşucu ilə birləşdirilməlidir.

10. Cihazlarda nasazlıq aşkar olduqda operator göstəriş verir ki, generator dayandırılınsın. Operatorsuz nasazlığı aradan qaldırmaq olmaz.

11. Operator həftədə bir dəfədən az olmayaraq meqaommetrin köməyiylə cərəyan keçirən hissələrin izolyasiyasını yoxlamalıdır.

12. Elektrodları uzaq məsafələrə aparmaq üçün brezent çantalar-dan istifadə olunmalıdır.

13. Gərginlik altında olan cihazları təmir etmək qadağandır.

14. İşçilərin hamısı qidalandırıcı AB xəttinə və yerlə birləşmənin izolyasiyasının keyfiyyətinə nəzarət etməli, yerlə birləşmənin etibarlı olduğuna əmin olmalıdır.

DÖRDÜNCÜ HISSƏ

SEYİSMİK KƏŞFİYYAT

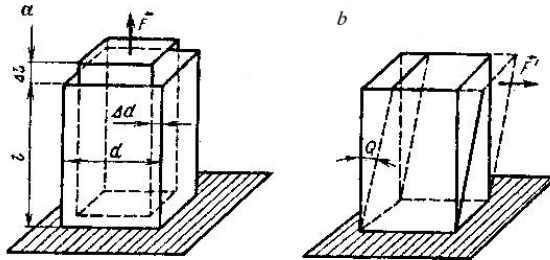
Seysmi əşfiyyat-bu geofiziki üsul Yer qabığıny öyrənməklə bərabər faydalı qazıntıların axtarışı ilə də məşğuldur. Bu, yerdə yayılan süni və təbii elastik dalğaların öyrənilməsinə əsaslanır.

XVIII FƏSİL. SEYSMİK KƏŞFİYYATIN NƏZƏRİ

ƏSASLARI

§68. Elastik cisimlər və dalğalar haqqında anlayış.

Süxurlarda elastik dalğaların yayılması bu süxurların xassələrindən asılıdır. Elastiklik xassəsi fiziki çisimlərin ona təsir edən qüvvələrə qarşı həssaslığı ilə əlaqədardır. Quvvənin təsiri ilə fiziki çisimlər öz formalarını və ölçülərini dəyişirlər, yəni deformasiya olunurlar (şəkil 78). Deformasiya zamanı cismi təil edən hissəciklər hərəkətə gəlir və cisimə tətbiq edilən qüvvəni bir hissəcikdən digərinə ötürməyə başlayır. Cismnin daxilində hissəciklərin hərəkəti təsir edən qüvvə istiqamətində baş verirsə cismdə uzununa deformasiya (şəkil 78a), təsir edən qüvvənin istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə baş verirsə eninə deformasiya müşahidə olunur (şəkil 78 b). Eninə deformasiya bərk çisimlərdə hissəciklərin bir-biri ilə bağlılığı ilə izah olunur, ona görə də bu deformasiya yalnız bərk cisimlərdə baş verir. Uzununa deformasiya zamanı bərk cismdə tətbiq olunan F qüvvəsinin təsiri nəticəsində cismnin uzanması və yaxud qısalması, sıxılması yaxud həcmnin dəyişməsi müşahidə olunur.



Şək. 78 sıxılma (a) və sürüşmə (b) deformasiyası

Eninə deformasiyaya yerdəyişmə yaxud sürüşmə deformasiyası deyilir. Bu deformasiyaya toxunan istiqamətdə təsir edən qüvvə F istiqamətində baş verir. Deformasiya zamanı cisim genişlənir (sıxılır). Bu cismin oxu istiqaməti ilə üst-üstə düşən qüvvənin təsiri ilə baş verir. Yerdəyişmə (sürüşmə) deformasiyası paralelpipedin tərəfləri arasında bucaqlarda dəyişmə baş verir (Q bucağı).

İki növ deformasiya mövcuddur: elastik və plastik. O deformasiyaya elastiki deformasiya deyilir ki, tətbiq olunan qüvvə götürüldükdən sonra həmin deformasiya yox olsun. Elastik deformasiya sükurlarda rəqslərin həyəcanlanma nöqtəsindən xeyli uzaqlarda baş verir, çünki tətbiq olunan qüvvə və deformasiyanın qiyməti bu nöqtədə nəzərə alınmayaçaq dərəcədə kiçik olur. Kiçik deformasiyalar üçün Hük qanunu doğrudur, qanuna əsasən cismnin nisbi deformasiyası tətbiq olunan qüvvə ilə düz mütənasibdir.

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{E}; \quad \frac{\Delta d}{d} = \sigma_n \frac{\Delta l}{l};$$

Burada, $\frac{\Delta l}{l}$ və $\frac{\Delta d}{d}$ nisbəti uzununa və eninə nisbi deformasiyalardır. F -cismə tətbiq olunan qüvvədir kq-larla, S -cismnin qüvvə tətbiq olunan en kəsiyinin m^2 –la sahəsidir. $\frac{F}{S}$ -nisbətine gərginlik deyilir, kq/ m^2 , E - cismnin Yunq moduludur (uzununa elastik modulu H/m^2); σ_n -Puasson sabiti (eninə sıxılma əmsalındır), kəmiyyətin ölçü vahidi yoxdur, bu 0,25-0,5 arasında dəyişir.

Yunq modulu və Puasson əmsalı fiziki cismin elastiklik parametri (elastiklik sabiti) adlanır və cismnin elastiklik parametrləri və formulları ilə əlaqədardır (7 cədvəl). Elastiklik parametrlərindən ən çox istifadə olunanı G yerdəyişmə (sürüşmə) modulu (H/m^2) -dir. Elastiki dalğanın yayılma sürəti V (sm/san, m/san) -dir.

Geofiziklər üçün ən əhəmiyyətli m/san –dir elastik dalğaların sürətidir, çünki bu kəmiyyət Yer qabığının dərin qatlarında, mantiyada, nüvədə təyin oluna bilər. Elastiki dalğalar hüdudsuz elastik mühitdə olan deformasiya deməkdir. Uzanma (sıxılma) deformasiyası uzununa elastik dalğalar yaradır və V_p

Cədvəl 7

Kəmiyyətlər və onların Təyini	Elastik kəmiyyətlər arasında əlaqə düsturları	Süxurlarda bu kəmiyyətlərin dəyişmə hüdudu
<p>Uzununa dalğaların sürəti-deformasiya zamanı istənilən cisimlərin dartılma və sıxılması nəticəsində elastik rəqslərin əmələ gəlməsi</p> <p>Eninə dalğaların sürəti-bərk cisimlərdə deformasiya nəticəsində bir təbəqənin digər təbəqəyə görə sürüşməsi nəticəsində yaranan elastik rəqslər.</p> <p>Modul Yunqa-normal gərginliyin təsiri ilə əmələ gələn nisbi uzanmanın həmin gərginliyə olan nisbəti.</p> <p>Puasson əmsalı-bir çox istiqamətlərdə dartılma zamanı cismin eninə sıxılmasının həmin istiqamətdə uzanmasına nisbət. Üfiqi yerdəyişmə modulu-toxunan istiqamətdə təsir edən gərginliyinin, yerdəyişmə bucağın qiymətinə olan nisbətidir, cismin formasının dəyişməsinə müqavimət göstərmə qabiliyyətini səciyələndirir.</p>	$V_p = \sqrt{\frac{E(1 - \sigma_n)}{\sigma(1 + \sigma_n)(1 - 2\sigma_n)}}$ $V_s = \sqrt{\frac{E}{2\sigma(1 + \sigma_n)}}$ $E = \sigma v_s^2 \frac{(3v_p^2 - 4v_s^2)}{2(v_p^2 - v_s^2)}$ $\sigma_n = \frac{v_p^2 - 2v_s^2}{2(v_p^2 - v_s^2)}$ $G = \sigma v_s^2 = \frac{E}{2(1 + \sigma_n)}$	<p>300-8600 m/c</p> <p>200-4200 m/s</p> <p>$(0,0316) \cdot 10^{10} \text{N/m}^2$</p> <p>0,18-0,50</p> <p>$(0,02-8) \cdot 10^{10} \text{N/m}^2$</p>

Yerdəyişmə (sürüşmə) deformasiyası eninə dalğalar yaradır və V_s sürəti ilə yayılır. Uzununa dalğalar bütün mühitlərdə: maye, qaz, qazabənzər, bərk, eninə dalğalar isə yalnız bərk mühitdə yayıla bilər.

Beləliklə, süxurlarda eyni zamanda həm eninə, həm də uzununa dalğalar əmələ gəlir ki, bu da mühitdə mürəkkəb elastiki dalğa mənzərəsi yaradır.

Elastiki kəmiyyətlərin ümumi sayı 21-ə bərabərdir. Bunlardan ikisini və bir də fiziki cismin sıxlığını σ -nı təyin etmiş olsaq kifayətdir, qalanları bunların köməyi ilə təyin olunur.

Uzununa dalğalar eninə dalğalara nisbətən daha sürətlə yayılır, bunu aşağıdakı formuldən görmək olur.

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{2(1-\sigma_n)}{1-2\sigma_n}}$$

Seysmik kəşfiyyatda əsasən uzununa dalğaları öyrənir, axır vaxtlar isə eninə dalğaların öyrənilməsi də böyük maraq kəsb edir. Bu dalğaların köməyi ilə geoloji mühitin fiziki və mexaniki xassələri haqda daha geniş məlumat almaq mümkündür.

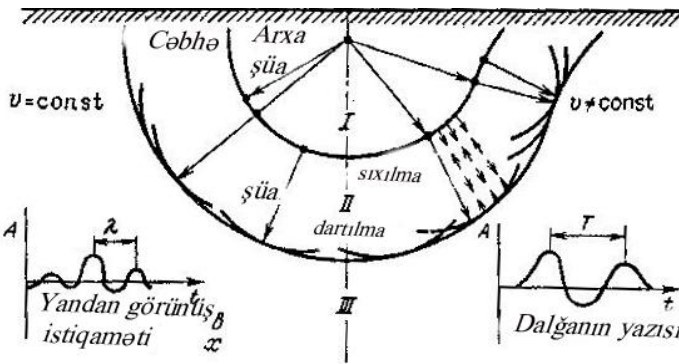
Süxurlarda elastik dalğaların yayılma sürəti süxurun mineral tərkibindən, quruluşundan, xarici əlamətlərindən asılıdır. Minerallarda sürətlə kristallik quruluş və atomların paylanması arasında əlaqə müşahidə olunur.

Seysmik kəşfiyyatda dalğa müqaviməti böyük əhəmiyyət kəsb edir (buna bəzən akustik sərtlilik deyilir) $A = V\sigma$. Müxtəlif akustik sərtlikli süxurların sərhəddində elastik dalğalar öz istiqamətini dəyişir, dalğanın qayıtması və sınıması hadisəsi baş verir.

§79. Seysmologiyada həndəsənin tutduru yer

Partlayış, yaxud zərbə nöqtəsindən müəyyən sürətli V elastik dalğalar yayılmağa başlayır. Bircinsli (izotrop) mühitdə V -konst olur. İstənilən t_1 anda mühitdə uç sahə ayırmaq olar (şəkil 79): mühitin hissəciklərinin rəqsi hərəkətdə davam edən hissəsi (II); deformasiyanın dayandığı, hissəciklərin rəqsi hərəkətinin dayandığı sahə (I), elastik rəqslərin gəlib çatmadığı sahə (III).

I və II sahələri bir-birindən ayıran xəttə dalğanın arxa cəbhəsi, yaxud da arxa sərhədi deyilir, II və III sahələrin səthinə dalğanın ön cəbhəsi deyilir. Dalğanın ön və arxa cəbhəsi zaman keçdikcə mühitdə V sürəti ilə irəliləyirlər. Rəqs nəticəsində həyəcana gəlmiş nöqtədən dalğalar yayılmağa başlayır, bunun nəticəsində dalğalar geniş bir sahəni əhatə edir, həyəcanlanma mərkəzində hissəciklərin rəqslərinin dayanmasına baxmayaraq, mühitdə hissəciklər bu dalğalar vasitəsilə rəqsi hərəkətə cəlb olunur və bu rəqsləri həyəcanlanma mərkəzindən uzaqlara aparır.



Şək. 79. Rəqslərin elastik mühitdə yayılması.

Dalğanın ön cəbhəsinin müəyyən zaman anında tutduğu vəziyyətə izoxron deyilir. Dalğanın izoxronuna perpendikulyar xəttə isə şüa deyilir. Elastik dalğaların enerjisi şüa boyunca yayılır. Bir cinsli mühitdə (v =konst) izoxronlar mərkəzi partlayış

məntəqəsində olan sferik səthlərlə, şüalar isə radial istiqamətli düz xətt parçaları ilə təmsil olunurlar. Qeyri-birçins mühitdə ($v \neq \text{konst}$) həm izoxronlar, həm də seysmik şüalar formasını dəyişir, lakin bütün hallarda seysmik şüalar izoxronlarla düz bucaq əmələ gətirir. Dalğa mənbəyindən uzaqlaşdıqca dalğanın ön hissəsi (cəbhəsi) demək olar ki, müstəvi şəkli alır.

Rəqs zonasında hissəciklərin hərəkəti nəticəsində X oxu istiqamətində ya sıxlaşma, ya da dartılma sahələri yaranır. II layda hissəciklərin yerdəyişmə əyrisinə dalğanın kəsiyi (profili) deyilir. Əyridə müsbət istiqamətdə ən böyük yerdəyişməyə əyrinin qabarığı, mənfi

istiqamətdə dəyişməsinə isə çökəyi (çuxuru) deyilir. Hər bir dalğa onun uzunluğu λ , rəqslərin dövrü T, yaxud tezliyi f ilə təsvir olunur, bunlar dalğanın yayılma sürəti ilə aşağıdakı asılılığı təşkil edir.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{\lambda}{V} \quad \text{yaxud} \quad \lambda = VT = V/f$$

Bir hissəciyin öz tarazlıq nöqtəsi ətrafında müəyyən t müddətində rəqslərinin üç ölçülü koordinat sistemindəki X, Y, yaxud Z oxu istiqamətindəki əyrisinə hissəciyin rəqslərinin yazısı, yaxud keçdiyi yol deyilir. Bu seysmik kəşfiyyatın əsas ilkin vəsaiti adlanır. Müxtəlif dalğaların yaratdığı rəqslərin yazılması, öyrənilməsi və təhlili bizə tədqiqat aparılan ərazinin geoloji quruluşu haqda mühakimə yürütməyə imkan verir. Seysmik kəşfiyyatda həmişə hissəciklərin rəqslərinin yazısı şaquli istiqamət alır. Bir dalğanın təsiri altında hissəciklərin rəqsi yaxın məsafədə oxşardır və rəqslərin yazıları da xarici görünüşünə görə çox yaxındırlar. Ona görə də müxtəlif müşahidə nöqtələrində rəqslərin yazılarını xarici görünüşünə görə müqayisə edərək geoloji mühitdə dalğaların yayılmasını öyrənmək mümkündür.

Elastik dalğaların sükurlarda yayılması h ndəsi seysmikanın əsas qanunlarına tabedir v  h ndəsi optika ilə oxşardır. Belə ki, dalğanın  n cəbhəsinin elastiki mühitdə yayılması əsas etibarilə H ygens, Frenel, Ferma qanunlarına tabedir.

H ykens nöqtəyi-nəzəri. Dalğanın  n cəbhəsinin hər bir nöqtəsi sərbəst rəqs mənbəyi ola bilər. Verilmis  izoxron üzərində (dalğanın arxa cəbhəsi) mərkəzdən gələn elementar dalğaların cəbhəsini qurmuş olsaq, qonşu izoxronun vəziyyətini  yilmis  elementar c bh l rin səthi kimi təyin edə bilərik (dalğa cəbhəsi) (Şəkil 79). Bu qanuna Frenelin  lavəsi mövcuddur, buna  st  gəlmə (toplama) və yaxud dalğanın x susı vəziyyəti deyilir: Əgər mühitdə eyni zamanda bir neçə dalğa yayılırsa, bu dalğalar bir-birindən asılı olmayaraq yayılır, bu yekun dalğanın intensivliyi ar dalğaların intensivlikləri cəmi kimi təyin olunur. Frenelin nöqtəyi-nəzərini əsas tutaraq müəyyən dalğanın izoxronun qurulması zamanı mühitdə baş dalğa nın olduğunu nəzərə almamaq olar.

Ferma nöqtəyi-nəzərinə ( n kiçik zaman prinsipi) elastiki dalğa mühitdə iki nöqtə arasındakı məsafəni keçməsi üçün işiq şüası kimi  n k s  yolu seçir, buna da kiçik zaman tələb olunur.

Dalğa mənbəyindən yayılan seysmik şüa hər tərəfə yayılaraq müxtəlif fiziki xassəyə malik olan iki mühitin sərhədində ($V_1 \neq V_2$) həm sınır, həm də əks olunur (Şəkil 80). H ndəsi seysmikanın əsas qanunu sınıma v  əks olunma qanunudur. Buraya əsas iki müddəa daxildir: 1) düşən sınıan v  əks olunan bir müstəvi üzərində yerləşir, ayrılma sərhəddə şüanın düşdüyü nöqtədə normala uyğundur. 2) düşmə bucağı α , əks olunma bucağı γ , v  sınıma bucağı β aşaqıdakı nisbətdə bir-biri ilə əlaqədardır. $\sin\alpha/v_1 = \sin\gamma/v_1 = \sin\beta/v_2$ yəni $\sin\alpha/v_1 = \sin\gamma/v_1 < \alpha < \beta$ ( ks olunma qanunu). $\sin\alpha/v_1 = \sin\beta/v_2$ yaxud $\sin\alpha/\sin\beta = v_1/v_2$ sınıma qanunu.

Şək. 80. Seysmik dalğaların əsas tipləri. 1-səthi dalğalar; 2-əks olunan dalğalar; 3-sınan dalğalar (keçən dalğalar); 4-sürüşən dalğalar (sərhəddə); 5-qabaqçıl dalğalar; 6-refraksiya olunmuş dalğalar.

İndi biz sürüşən dalğanın əmələ gəlmə şəraitinə və bunun arxasınca baş dalğanın əmələ gəlməsinə baxaq. Bunun üçün sınma bucağı $\beta=90^0$ -yə bərabər olmalıdır ($\sin\alpha=1$). Onda sınma qanunu aşağıdakı şəkil alır: $\sin\alpha= v_1/ v_2$. Belə olan halda dalğanın düşmə bucağı α mütləq 90^0 -dən kiçik olmalıdır, çünki düz şüa ayrılma sərhədinə düşür.

Beləliklə, sınma bucağı o vaxt 90^0 -yə bərabər ola bilər ki, alt qatda elastik dalğanın yayılma sürəti üst qatda yayılma sürətindən çox olsun. Düz şüanın düşmə bucağının müəyyən qiymətində sınma bucağı $\beta=90^0$ -yə bərabər olursa, tam daxili qayıtma baş verir. Bu bucağa tam daxili qayıtma yaxud böhran bucağı da deyirlər və α_i kimi işarə olunur.

Seysmik kəşfiyyatda əsasən, əks olunan və sınan uzununa dalğalardan istifadə olunur. Bu onunla izah olunur ki, uzununa dalğalar eninə dalğalara nisbətən böyük sürətə və enerjiyə malik olur, eyni zamanda Yerin dərin qatlarına keçə bilir. Beləliklə, Yerin dərin qatları haqda məlumatlar verə bilir. Uzununa dalğalar bütün şəraitlərdə və mühitlərdə əmələ gələ bilir, partlayışla və qeyri təsirlərlə ancaq eninə dalğalar yaratmaq üçün mühitə üfüqi istiqamətdə təsir edən mənbə tələb olunur. Buna baxmayaraq, axır vaxtlar həm uzununa, həm də eninə dalğalardan eyni zamanda istifadə olunur ki, seysmik axtarışlardan alınan materiallardan maksimum məlumat almaq mümkün olsun, bundan başqa. Bu dalğaların köməyi ilə süxurlardan mümkün olan qədər fiziki-mexaniki xassələr haqda tam məlumat almaq olsun.

Seysmik axtarışlarda monoton bir tipli və mübadilə dalğalarını fərqləndirirlər. Əgər uzununa düşən dalğalardan əks olunan və sınan dalğalar uzununu dalğaladırsa, qeyd olunan dalğalara monoton dalğalar deyilir. Əgər dalğanın növü dəyi-

şərsə, (uzununa dalğalardan sınan və əks olunan eninə dalğalar və əksinə) onda qeyd olunan dalğalara mübadilə dalğaları deyilir.

Çoxqatlı geoloji kəsiliş laylarla təqdim oluna bildiyindən, uzununa dalğaların yayılma sürəti dərinə getdikcə tədricən artmağa başlayır. Onda laylardan keçən sınan şüalar əyilərək Yer in səthinə qayıdıb çıxır. Belə dalğalara refraksiya dalğaları deyilir (bax şəkil 80)

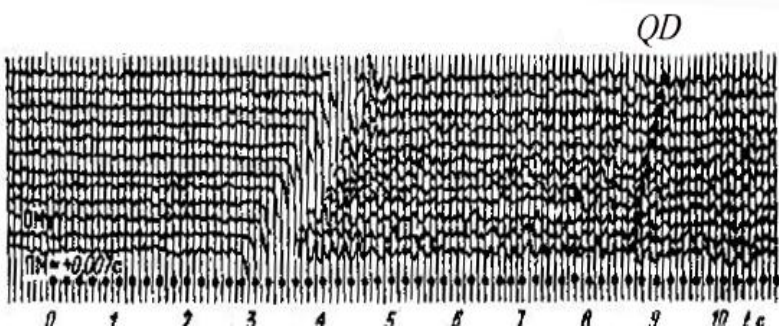
Dalğa düşdüyü mühit fiziki xassələrinə görə bu mühiti özündə yerləşdirən geoloji mühitdən fərqlidirsə və düşdüyü mühitin ölçüləri düşən dalğanın ölçülərindən kiçik olanda dalğalar o cismdən keçdikdə difraksiya olunur, yəni difraksiya səpilmə dalğaları müşahidə olunur. Huygens-Frenel prinsipinə görə belə geoloji hədəflərin özləri ikinci ar dalğa mənbəyinə çevrilir, elə bil buradan hər tərəfə dalğalar əks olunur, səpilmə yaxud da qarşıdakı hədəfdən düşən dalğanın əyilmə effekti yaranır. Belə hallarda qeyd olunan dalğalar difraksiya yaxud əyilən dalğalar adlanır. Difraksiya dalğaları daykalarda, qırılma yerlərində, filiz yataqlarının qırılıb qalxan və düşən yerlərində baş verir.

Adları çəkilən dalğalardan başqa digər dalğalar da mövcuddur, bu dalğalara manee dalğaları deyilir. Düşən uzununa dalğalar həyəcanlanma mərkəzindən Yer səthində hər tərəfə yayılır. Səthi dalğalar Yer in üst yumşaq qatında 200-1000 m/s sürəti ilə yayılan dalğalardır, mikroseyzmik dalğalar, yəni torpağın müxtəlif xarici təsirləri nəticəsində nizamsız hərəkəti (küləklə, maşınla, yağışla və s.) əmələ gələn və partlayış nəticəsində havada 300-350 m/s sürətlə yayılan səs dalğaları başa düşülür və s.

§71. Seysmik dalğaların qodoqrafi

Elastik dalğaların yayılmasını adətən Yer in səthində profil boyunca müşahidə edirlər. Bu məqsədlə profilin qeyd olunmuş nöqtələrində seysmik dalğaların təsirindən hərəkətə gətirilmiş

torpağın rəqslərini qəbul edən cihazlar qoyulur. Seysmik qəbul-edicilər bir-birinin dalınça yayılan dalğaların rəqslərini qəbul edə bilir və bu rəqsləri yazmağa imkan verir. Bir mənbədən olan dalğaların rəqsləri seysmoqramlar şəklində yazılır (şəkil 81). Seysmoqram da yazının



Şək.81 . Qayıdan dalğaların yazılmış seysmoqramları. PA-partlayış anının qeyd olunması; PAD-partlayış anı üçün düzəliş; QŞ.K.-qayıdan şüaların korrelyasiyası.

formasından asılı olaraq bir dalğanın yaratdığı rəqsləri ayırırlar və bu dalğaların qəbulədiçilərə gəlib çatması üçün sərf olunan vaxtı təyin edirlər. Sonra partlayış məntəqəsindən müşahidə nöqtəsinə qədər olan məsafə x ilə dalğanın həmin məsafəni qət etməyə sərf etdiyi vaxt t arasındakı əyrilər qurulur. Belə əyriyə qodoqraf deyilir. Qodoqrafı qurmaq üçün absis oxu istiqamətində partlayış mərkəzindən qəbul - ediçiyə qədər məsafə x qeyd edilir, şaquli ox istiqamətində bu yolu getmək üçün sərf olunan vaxt t kimi qeyd olunur. Bu nöqtələrin birləşdirilməsindən alınan qrafikə qodoqraf deyilir. Alınan qodoqrafın forması dalğanın növündən asılıdır (şəkil 82).

Düzünə dalğanın qodoqrafı, müşahidə profili boyunca yayılan bir koordinat başlanğıcından ψ bucağı altında çıxan iki düz xətt parçasından ibarətdir. Düz dalğanın qodoqrafı tənliyi üçün

duz xətt parçasının tənliyindən istifadə olunur, bunun parametrləri vaxt t , məsafə x , dalğanın sürəti v_1 -dir.

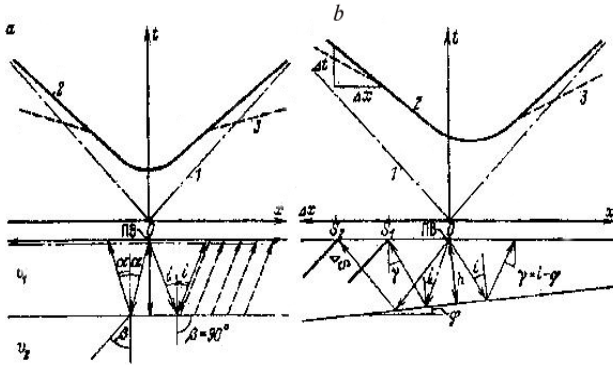
$$t = \pm x/v_1$$

Qodoqrafın bucaq əmsalı

$$\text{tg } \psi = \Delta t / \Delta x = 1/v_1 \text{ -dir.}$$

Qayıdan dalğanın qodoqrafı hiperbola formasındadır və aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$T = \frac{1}{v_1} \sqrt{x^2} \pm 4hx \sin \varphi + 4h^2$$



Şək. 82. Üfüqi (a) və meyilli (b) sərhədlərin ayrıcında dalğanın qodoqrafı və dalğanın fərzolunan dalğa sürətinin v_f -in təyini. Dalğanın qodoqrafı: 1.düzünə; 2.əks olunan; 3.sınan (baş dalğa).

burada x partlayış məntəqəsindən qəbulediçiyə qədər olan məsafə, h partlayış mərkəzindən dalğanı əks etdirən sərhədə qədər olan məsafə, φ dalğanı əks etdirən sərhədin əyilmə bucağıdır (şəkil 82 b). $4\sin\varphi$ həddinin qarşısına mənfi işarəsi profilin o nöqtələr üçün qoyulur ki, həmin nöqtələr partlayış məntəqəsi ilə dalğanı əks etdirən sərhəd arasında yerləşsin, müsbət işarəsi isə profilin nöqtələri düşən şüa istiqamətində yerləşdiyi zaman qoyulur.

Üfüqi yatan əks etdirici sərhəd üçün (şəkil 82 a), $\sin\varphi=0$ olduqda qodoqrafın tənliyi aşağıdakı şəkil alır.

$$t = \frac{1}{v_1} \sqrt{x^2 + 4h^2}$$

Sınan baş dalğanın qodoqrafı düz xətt kimi təsəvvür olunur və sınan dalğanın çıxış məsafəsindən x koordinat başlanğıcından x məsafəsi qədər geri qalır və x oxuna i bucağı qədər meyilli olur.

Meylli sındırıcı sərhədlər üçün sınan dalğanın qodoqrafının tənliyi aşağıdakı şəkildə ifadə olunur.

$$t = \frac{1}{v_1} [x \sin(i \pm \varphi) + 2h \cos i]$$

i -tam daxili qayıtma bucağıdır; φ -əks etdirən sərhədin meyl bucağıdır.

Mənfi, müsbət işarəsi əks olunan dalğa, qodoqrafında olan şərtlər daxilində götürülür.

Üfüqi sındırıcı sərhədlər tənliyinin qodoqrafı aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$t = \frac{1}{v_1} (x \sin i + 2hcjsi)$$

Baş dalğanın qodoqrafının tərkib hissəsi olan bucaq əmsalını düzxətli hissədə təyin etmək üçün yuxarıdakı qodoqrafın tənliyini x oxu üzrə differensiallamaq lazımdır

$$\Delta t / \Delta x = dt/dx = \sin(i \pm \varphi) / v_1.$$

Bəzi sahələr üçün $\Delta x = S_2 - S_1$ (bax Şəkil 82 b) qodoqrafa görə dalğanın ön cəbhəsinin profil boyu hərəkət sürətini təyin etmək olur. Bu sürətə fərz olunan sürət deyilir.

$$V_f = \Delta x / \Delta t.$$

Fərz olunan sürət həmişə həqiqi sürətdən böyük olur, çünki dalğanın ön cəbhəsinin Δt müddətində getdiyi yol Δx şüanın getdiyi yoldan Δs qədər çoxdur. Fərz olunan və həqiqi-

qi sürət arasında əlaqə Bendorf qanunu ilə ifadə olunur. $v_f = v \sin \gamma$; γ şüanın qayıtma bucağıdır.

Baş dalğa şüanın düşmə (çıxış) bucağı tam daxili qayıtma bucağı i-dən və şüanı sındıran sərhədin meyl bucağı φ -dən asılıdır.

$$\gamma = i \pm \varphi \quad V_f = V / \sin(i \pm \varphi)$$

İki çür qodoqrafı bir-birindən fərqləndirirlər: xətti, səthi. Xətti qodoqraf profil xətti üzrə qurulan qodoqrafa deyilir. Əgər profil rəqslərin həyəcanlanma nöqtəsindən keçirsə, onda profillə və qodoqrafa uzununa qodoqraf və uzununa profil deyilir. Əgər profil həyəcanlanma mərkəzindən kənarında yerləşirsə, onda profil və qodoqrafa uzununa olmayan qodoqraf deyilir. Bəzi hallarda qodoqrafı rəqslərin kəsişdiyi nöqtədə bir neçə profil üzrə qururlar, onlar səthi qodoqraflar yaradırlar.

§72. Seysmik kəşfiyyatlarda öyrənilən sürətlər

Geoloji formasiyalar adətən mürəkkəb sürətli kəsilişlərlə fərqlənir. Çox nadir hallarda bircinsli (izotrop) mühitə rast gəlmək olur. Burada, elastiki dalğaların yayılma sürəti bütün istiqamətlərdə qiymət və istiqamətcə sabitdir. Qeyri-bircinsli (anizotrop) mühitdə elastik dalğanın yayılma sürəti müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif olur. Geoloji mühitin bircinsli olmaması bir çox səbəblərdən irəli gəlir. Mühit laylardan ibarətdir. Belə laylarda elastik dalğanın yayılma sürəti hər layda müxtəlifdir. Ola bilər ki, mühit qradienliyə malikdir, yəni şaquli və üfüqi istiqamətdə sürət qanunauyğun olaraq dəyişir. Hamısından çox sürətin dərinlikdən asılı olaraq artması müşahidə olunur. Bu isə süxurlarda olan boşluqların azalması hesabınadır. Beləliklə, seysmik axtarışların köməyi ilə geoloji mühitləri öyrənirlər ki, bunlar çoxlu laylardan ibarətdir və burada eyni zamanda dalğanın yayılma sürəti ya sabitdir, ya da arasıkəsilmədən dəyişir. Layların sərhəddində sürət sıçrayışla dəyişir. Laylı geoloji kəsi-

liş üçün dalğanın yayılma sürəti hesablanarkən, dalğanın hər bir laydakı sürəti nəzərə alınır və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$V_{\text{orta}} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Burada h_1 və h_2 hər bir layın qalınlığı, t_1 t_2 t_n isə bu laylarda dalğanın yayılmasına sərf olunan zamandır. Bu düsturla hesablanılan sürətə orta sürət deyilir. Orta sürət quyularda seysmik karataj üsulu ilə aparılan seymik müşahidələrə görə hesablanır.

Dalğaların effektiv sürəti V_{ef} —elastik dalğanın effektiv yayılma sürəti əks olunan dalğaların qodoqraflarından istifadə etməklə təyin olunur. Yalnız bircinsli mühitdə $V_{\text{ef}} = V_{\text{orta}}$ olur. Çoxlaylı mühitdə $V_{\text{ef}} > V_{\text{orta}}$ olur.

Sərhəd sürəti V_s sındırıcı sərhəd boyunca sürüşərək yayılan dalğanın sürəti, sınaq dalğanın qodoqrafı ilə təyin olunur.

Fərz olunan sürət V_f - müşahidə xətti boyunca dalğa cəbhəsinin hərəkət sürətidir. V_s - sərhəd sürəti sındırıcı sərhəddən aşağıda yatan laydakı sürətə bərabərdir. Dalğa iki mühitin sərhədi boyunca hərəkət etdiyi üçün sərhəd sürəti adlanır. Bu sürət müxtəlif üsullarla, o cümlədən sınaq dalğa qodoqraflarından istifadə edilməklə də təyin edilə bilər. V_f -fərz olunan sürətdir. Sınaq dalğanın cəbhəsi profil boyu bu sürətlə hərəkət edir. Bu sürət yalnız sınaq dalğa qodoqrafından təyin olunur. Üfüqi sərhədlər üçün $V_s = V_f$ dir.

ilə geoloji mühiti birmənalı təhlil etmək çətinlik törədir.

Cədvəl 8

Süxurlar	V_p km/s	Süxurlar	V_p km/s
Çökmə		Metamorfik	
Alvrolit	0,8-4.0	Biotitli qneys	5,4-6,2
Brekçi	1,4-5.6	Biotit amfibollu- neys	5,8-6,3
	0,3-3.0		6,5-7,2

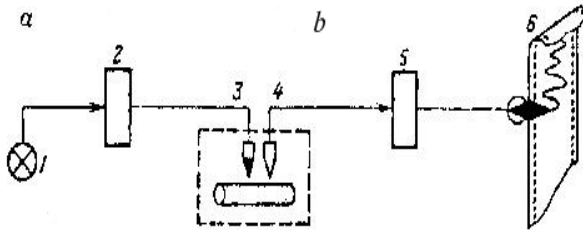
Gil	0,9-6,3	Amfibolit	7,1-8,2
Dolomit	1,0-5,5	Piroksenit	
Əhən gdaşı	0,3-1,5		
Qum	0,8-4,5		
Qum daşları	4,5-5,5		
Daş duz			
Püskürmə		Süxur əmələ gətirən mineral- lar	
Qranit	5,1-5,9	Kvars	6,0
Nranodiorit	5,7-6,1	Mikroklin	5,7
Diorit	5,9-6,5	Ortoklaz	5,9
Qabro	6,1-7,4	Kalsit	6,7
Diabaz	6,2-6,8	Muskavit	5,8
		Piroksen(avqit)	7,2
		Prit	7,9
		Sfalerit	5,3

Çox hallarda süxurların seysmik xassələri yayılan dalğaların həqiqi sürəti ilə təsvir edilir. Həqiqi fərz olunan sürət süxurlar yerləşdiyi yerdə seysmik və akustik karataj üsulu ilə təyin olunur. Bunun qiyməti geniş yayılmış süxurlar üçün 8-ci cədvəldə verilmişdir. Bu qiymətlər göstərir ki, çox süxurlarda uzununa dalğaların sürəti eynidir. Ona görə də seysmik dalğaların köməyi ilə geoloji mühiti birmənalı təhlil etmək çətinlik törədir.

XIX FƏSİL. SEYSMİK KƏŞFİYYAT CİHAZLARI VƏ AVADANLIQLARI

§73. Seysmik rəqslərin qəbulu, qeyd edilməsi

Seysmik kəşfiyyat cihazlarından, elastik dalğaların müşahidə məntəqəsinə kəlib çatdığı vaxtı təyin etmək üçün istifadə edirlər. Bunun üçün elastik dalğanın həyəçana gəldiyi anı tutmaq və torpağın rəqslərini yazmaq, bu dalğalar içərisindən səmərəli dalğaları maneə dalğalardan ayıraraq onu gücləndirib təhlil etmək vacibdir. Torpağın rəqsi (yerdəyişməsi) seysmik qəbuledicilərlə qəbul edilir və elektrik impulslarına çevrilir. Torpağın rəqsi cüzidir və bunun yaratdığı elektrik cərəyanı da çox kiçik olur. Ona görə də elektrik impulsları naqillərlə gücləndiricilərə verilir və sonra qeyd olunur. Seysmik qəbuledici, gücləndirici və qeyd edən qurğulara seysmik yazı kanalı deyilir (şəkil 83 a). Elastiki rəqsləri maqnit lentinə yazırlar, ona görə də yazılan rəqsləri görünən şəkllə salınması vacibdir. Bunun üçün yazını oxuyan kanaldan istifadə olunur. Bura yazını oxuyan qurğu, gücləndirici və yazan qurğular daxildir (şəkil 83 b).



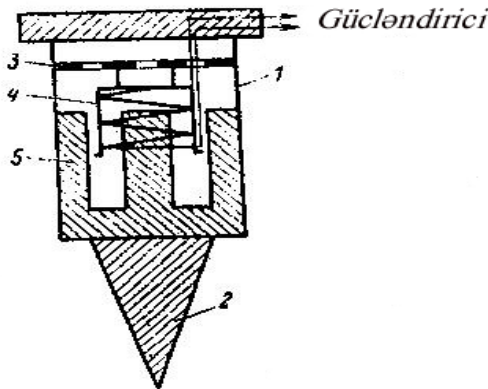
Şək. 83. Elastik dalğaların qəbul olunmasının prinsiplial sxemi. Kanallar a-yazma; b-sorğu; 1-seysmik qəbuledici; 2-gücləndirici; 3-qeyd edən cihaz; 4-sorğu cihazı; 5-sorğu gücləndiricisi; b-qeyd edən cihaz.

§74. Seysmik qəbuledicilər

Seysmik qəbuledici Yerın mexaniki rəqslərini hiss edə bilən bir

cihazdır və eyni zamanda mexaniki rəqsləri elektrik rəqslərinə çevirir. Çox yayılan seysmik qəbuledicilər iki növ olur:

a) induktiv mexaniki çeviricilər (Yerüstü və quyu işlərində istifadə olunan), b) pyezoelektrik çeviriciləri (dəniz seysmik axtarışlarında istifadə olunur). Pyezoelektrik çeviriciləri (datçikləri) laboratoriyada süxurları tədqiq etmək üçün də istifadə olunurlar. Seysmik qəbuledicilər induksion, elektromexaniki, çeviricilər isə elektrodinamik və elektromaqnit qurğularına bölünür (Şəkil 84). Elektrodinamik seysmik qəbuledicilərdə makara yastı yaydan asılır və ətalətli kütlə rolunu oynayır, qəbuledicinin gövdəsi maqnitlə birlikdə elastik dalğaların təsiri ilə vəziyyətini dəyişdikdə makara öz ətalətinə görə əvvəlki vəziyyətini saxlayır, ancaq maqnit sahəsi yerdəyişməyə məruz qalır. Makaranın sarğılarında elektrik induksiya cərəyanı yaranır.



Şək. 84. Elektrodinamik seysmik qəbuledicinin prinsipial sxemi. 1- gövdə; 2- ucu diş-diş mix; 3- yay; 4- makara; 5- maqnit.

Elektrodinamik seysmik qəbuledicilər ən çox istifadə olunan qəbuledicilərdir, çünki sadə quruluşa malikdir, həm də müasir tələblərə uyğun olaraq hazırlamaq mümkündür.

Axır vaxtlar eninə dalğaları qəbul etmək üçün horizontal qəbule
diciyə geniş istifadə olunmağa başlanılıb.

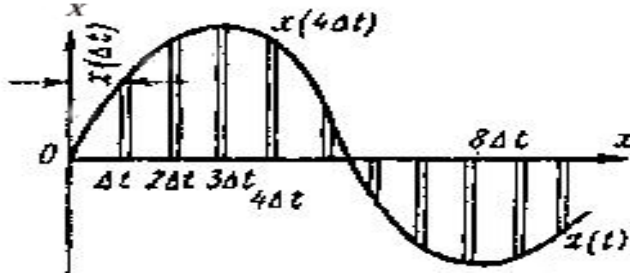
§ 75. Gücləndiricilər və qeyd edən qurğular

Seysmik qəbuledicilərdən gələn elektrik siqnalları həddindən artıq zəif olduğuna görə bu siqnallar 10 100, bəzən də 1000 dəfə gücləndirilməli olurlar.

Bu işləri elektron gücləndiriciləri görür, bundan başqa bu gücləndiricilər kiçik siqnalları gücləndirmək, böyük siqnalları isə azaltmaq qabiliyyətinə malikdir, bu da imkan verir ki, bütün qəbuledicilərdən gələn rəqslərin yazılma səviyyələri eyni olsun, yəni eyni amplituda ilə təsvir olunsun. Bundan başqa bu gücləndiricilərdə rəqslərin tezliklərinə görə süzğəncilər qoyulur ki, yalnız lazımı siqnalları gücləndirmək mümkün olsun və maneə tezlikli rəqslər buraxılsın.

Gücləndirilmiş siqnallar maqnit qeydedicilərinə daxil olaraq maqnit lentinə yazılır. Maqnit qeydediciləri çoxkanallı maqnitofondur, bunun maqnit qeydedicisinə maqnit başlığı deyilir. Bunlar 24 -dən 72 -yə qədər qeydedicidən ibarət olur. Maqnit lenti qeydedicidə yerində fırlanan dolaqda yerləşdirilir, yazma prosesi zamanı bu dolaqlar dəqiq təyin olunmuş vaxtda bir tam dövr edir. Yazıları yenidən oxumaq üçün həmin maqnitofondan həmin başlıqdan və həmin lenti hərəkətə gətirən qurğudan istifadə olunur, bundan sonra yazını görünən şəkildə salırlar ki, tədqiqatçı bunu qəbul edib tədqiq edə bilsin. Bunun nəticəsində bu rəqslərə oxşar rəqslərin yazısını alırıq, buna seysmoqram deyilir (bax Şəkil 82). Xüsusi hazırlanmış çeviricilərin köməyi ilə seysmoqramları hesablama maşınına verib təhlil və

hesablama işləri aparmaq olar. Seysmik nəticələri hesablama maşınında aparmaq üçün rəslerin yazısı rəqəmlər şəklində istifadə olunmağa başladı. Belə halda qeydedicilər rəqslərin amplitudasının qiyməti x , kiçik bərabər zaman Δt intervalı çərçivəsində qeyd etməyə başlayır (şəkil 85).



Şəkil 85. Seysmik rəqslərin rəqəmli yazılışı.

§ 76. Seysmik məntəqələr (stansiyalar).

Seysmik axtarış işlərində eyni vaxtda çoxlu sayda seysmik qəbuledicilər tələb olunur. Bu qəbuledicilər ya profil boyu, ya da açıq sahədə yerləşdirilir. Belə işləri çoxkanallı çöl seysmik stansiyaları vasitəsi ilə görülür. Çöl seysmik stansiyaları rəqslərin yazılışına görə formaca oxşar (anoloji) və rəqəmli stansiyalara bölünür. Keçmiş sovetlər ölkəsində çoxkanallı seysmik stansiya yaradılmışdır SSÇ-4 «Volcanka, Proqres», bunlar 24-dən 48-72-yə qədər kanala malikdir və bu qədər də rəqsləri qəbul edən seysmik qəbuledicilər qoşula bilər. Dağ-mədən markşeyder işləri görmək, axtarış işləri aparmaq, filiz yataqlarında işləmək, açıq ərazidə, mədən qazma və s. yerlərdə süxurların elastik xassələrini öyrənmək üçün bir və üç kanallı seysmik stansiyalardan SNÇ-1, SNS-3-dən istifadə olunur.

§77. Seysmik kəşfiyyat dəstəsi üçün ləvazimatlar (avadanlıqlar)

Seysmik qəbuledicilərdən alınan siqnalları seysmik stansiyalara vermək üçün seysmik höruklərdən istifadə olunur. Höruk çoxnaqillli kabeldir. Seysmik qəbulediciləri kabellə xüsusi

birleşdiricilər vasitəsilə əlaqələndirirlər. Hörüklər fırlanan dolaqlara yığılır və ayrıca avtomobildə yerləşdirilir. Çöl işlərinin məhsuldarlığını artırmaq üçün bir neçə hörükdən istifadə olunur, bu hörüklər komutatsiyalı qurğulardan ibarətdir, hörükləri açıb bağlamaq üçün konveyer üsulundan istifadə edirlər. Elastiki dalğa mənbəyi kimi partlayıcı maddələrdən, titrəyici qurğulardan və sıxılmış havadan istifadə edirlər. Partlayışla elastik dalğaları həyəcanlandırmaq üçün qazma və partlatma

işləri tələb olunur. Quyu qazmaq üçün özü hərəkət edən qurğulardan istifadə olunur. Partlayış işlərini isə xüsusi briqadalar aparırlar. Partlayıcı maddə olaraq trotil, heksaken, oktolen, ten və s. istifadə olunur. Elastik dalğaları həyəcanlandırmaq üçün partlayıcı maddədən 0,4 kq-dan bir neçə yuz kq-a qədər işlədilir.

Partladıcı vasitə kimi elektrodetonatorlardan istifadə olunur, bu ani olaraq işə düşür.

Axır vaxtlar yer üzərində partlayıcısız təsirlərdən istifadə edirlər. Bu mexaniki olaraq torpağa təsir etməklə əldə olunur. Partlayıcısız elastik dalğalar mənbəyi iki növ olur: impulslarla, bir də titrətmək yolu ilə. İmpuls mənbəyi torpağa (5-10 ms) bir neçə saniyədən bir təsir edir və bir neçə saniyədən sonra təkrar olunur. Titrəyiş yolu ilə 10-30 s müddətində sinusoidal rəqslər yaradılır, tezliyi 100-dən 10 hersə qədər dəyişir.

Partlayıcısız rəqslər mənbəyi bir çox üstünlüyə malikdir: az əmək sərf olunur, təhlükəsizdir, əhali çox yaşayan ərazidə də aparmaq mümkündür. Partlayışsız yolla alınan materiallar həmişə partlayışla alınanlardan çox olur.

Partlayışlı və partlayışsız rəqs mənbələrini idarə etmək üçün avtomatik idarə etmə sistemi yaradılır, bunun köməyi ilə həyəcanlanma anı ilə seysmik nəticələri lentə yazmaq eyniləşdirilir. Elastik rəqslər mənbəyi ilə seysmik stansiya arasındakı əlaqəni yaxşılaşdırmaq üçün avtomatik idarəetmə

sistemindən istifadə olunduqda əlaqə yaratmaq üçün naqilləri radiostansiyalarla əvəz edirlər ki, bu da çöl işlərinin məhsuldarlığını artırır.

§ 78. Profillərdə işin təşkili və təhlükəsizlik texnikası

Profildə seysmik işlər aşağıdakı ardıcılıqla aparılır. yerli şəraitə uyğun olaraq əvvəlcədən geodeziya şəbəkəsində partlayış yeri və seysmik qəbuledicilərin yeri qeyd olunur, sonra 5-100 m dərinliyində partlayış quyusu qazılır. Quyunun dibi torpaq qatından dərinədə, yəni ana süxurun üst qatından aşağıda olmalıdır. Partlayış üçün hazırlanmış profillə partlayış aparıcı briqada və seysmik işi aparıcı briqada birlikdə gəlirlər. Hər iki briqada birlikdə operatorun rəhbər

liyi altında işləyirlər, birinci növbədə operatorla bu briqadalar arasında telefon, yaxud da radio əlaqəsi yaradılır. Operatorla partlayış məntəqəsi arasında əlaqə tək cə iş üçün danışıqlar aparmaq üçün yox, ilk növbədə partlayışın baş verdiyi anı qeyd etmək üçündür. Seysmik briqada seysmik qəbulediciləri yerə sancırlar, yaxud da Yer in səthində yerləşdirirlər. Qəbuledicilər nömrələnir, həmişə eyni nömrəli qəbuledici stansiyanın eyni nömrəli kanalına birləşdirilir.

Görülən işin keyfiyyətini yoxlamaq üçün iki-üç partlayışdan sonra yazını təkrar edib vizual olaraq qiymətləndirirlər. Yazının təkrarı cihazların seçilmiş eyni kəmiyyətlərində aparılır, bunun köməyi ilə əvvəl yazılan nəticələrin düz olub-olmadığını qiymətləndirirlər (seçilən kəmiyyətlərin düz olub-olmaması yoxlanılır, filtrlər, gücləndirmə əmsalı və s.). İlk təhlil üçün yazının təkrarlanması həmin gün işin sonunda profildə aparılır.

Seysmik axtarış işlərində texniki təhlükəsizlik qaydaları və instruksiyaları əsas tutulmalıdır. İlk növbədə geoloji axtarış işləri üçün texniki təhlükəsizlik qaydasına tam riayət olunmalıdır. Partlayış təhlükəsizliyinə isə bir qayda olaraq hamı riayət etməlidir.

Qurğular quraşdırılıb yol hərəkət qaydalarının təhlükəsizliyinə riayət etməli olan nəqliyyat vasitələri, rabitə əlaqələri mütləq işə başlamamışdan qabaq yoxlanmalıdır. Maşınların və cihazların cərəyanla əlaqəsi olan gövdələrinin yerlə birləşdirilməsi mütləq lazımdır.

Açıq havada seysmik aparatlarla iş aparıldıqda, ona qulluq edən işçilərin işi ildırım çaxdıqda, güclü yağış yağanda, qarda, çovğun olduğda dərhal dayandırılmalıdır.

Seysmik cihaz və ləvazimatların yerdə yerləşdirilməsi zamanı bir neçə şərti nəzərə almaq lazımdır.

1. İşçi heyətin iş yeri əhatə olunduğu mühiddə hər cür təhlükədən (tökülən daş, yıxılan ağaç və s.) kənarında olmalıdır və mühafizə olunmalıdır.

2. Cihazlar və ləvazimatlar iş zamanı, ola bilsin ki, təhlükəli sənaye obyektlərinə toxunsun, bu zonalarda çox güman ki, elektrik verici

xətlər neft və qaz kəmərləri, yeraltı kabel xətləri və s. ola bilər. İşlər ya qorunan zonalardan kənarında, ya da bu əraziləri istismar edən idarələrdən razılıq alınandan sonra aparılmalıdır.

3. Seysmik axtarış işlərində istehsalat vəsaitləri ətraf mühiti qorumaq üçün mövcud olan qanunvericiliyə uyğun olaraq istifadə olunmalıdır.

Seysmik cihaz və ləvazimatlarla işlədikdə fasilə zamanı köldə otun üzərinə uzanmaq qadağandır. Əvvəlcədən ətraf tamamilə nəzərdən keçirilib yoxlanmalıdır. Bütün seysmik ləvazimat və cihazlara mütləq şəxslər təhkim olunmalıdır və sənədləşdirilməlidir.

XX FƏSİL. SEYSMİK KƏŞFİYYAT İŞLƏRİ ÜSULLARI

§79. Əks olunan dalğa üsulu

Əks olunan dalğa üsulu seysmik axtarışlarda geniş istifadə olunan üsullardandır. Bu üsul faydalı qazıntıların axtarışında və dəqiq kəşfiyyatında geniş istifadə olunur. Bu üsul qayıdan elastik dalğaların qeyd olunmasına əsaslandığından, həyəcanlanma məntəqəsi yaxınlığında daha aydın müşahidə olunur, çünki bu zonada sınaq və çox qatlı təkrar əks olunan dalğalar (manea) yoxdur.

Seysmik axtarışlarda partlayış məntəqəsi PM ilə dalğaları qəbul edən məntəqənin qarşılıqlı yerləşməsinə müşahidə sis-

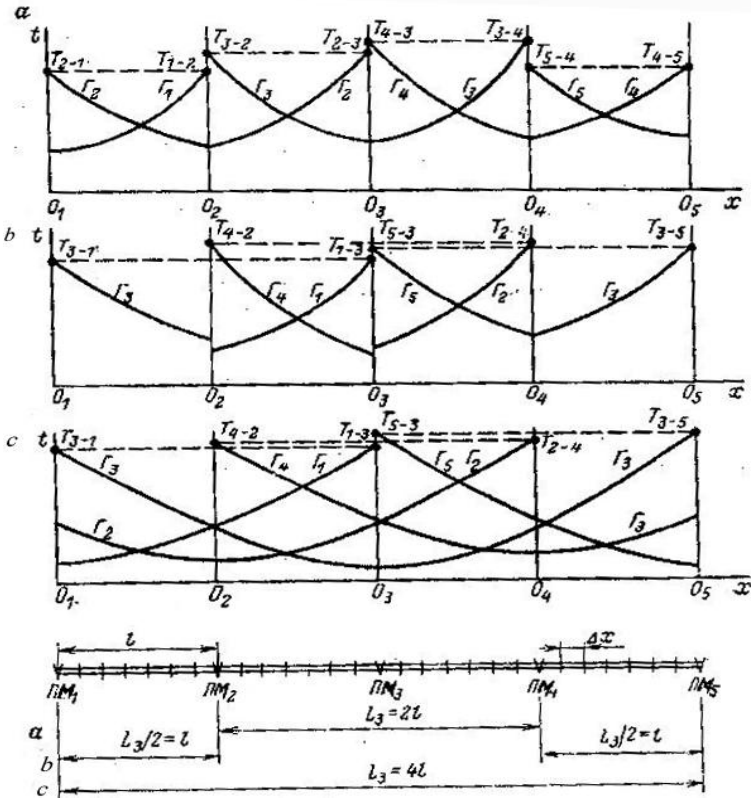
temi deyilir. Müşahidə sistemi çox hallarda uzununa profillər üzərində aparılır, belə halda həyəcanlanma mərkəzi ilə dalğaları qəbul edən məntəqə bir düz xətt üzrə yerləşir (şəkil 86). Çox az hallarda uzununa olmayan profillərdən istifadə edirlər ki, burada həyəcanlanma məntəqəsi qəbuledici xətdən kənar da qalır.

Profildə seysmik qəbuledicilər yerləşdiyi hissəyə və bir həyəcanlanma məntəqəsinin dalğalarını qəbul edən profilin hissəsinə **qəbuledicilərin duracağı** (yerləşdiyi) **deyilir**, duracaqdən kənar da yerləşdirilmiş qəbuledicilər arasındakı məsafəyə **qəbulun bazası və yaxud qodoqrafin uzunluğu deyilir L**. Qonşu qəbuledicilər arasındakı məsafə Δx qəbulun (müşahidənin) **addımı adlanır**. Qəbul bazasının qiyməti adətən seysmik stansiyalarda qəbuledicilərin sayı n və müşahidənin addımı Δx ilə təyin olunur.

$$\Delta x / L = (n-1) \Delta x$$

Seysmik qəbulediciləri adətən profil boyu həyəcanlanma məntəqələri arasındakı məsafə l qədər yerini dəyişdirirlər. Qonşu həyəcanlanma məntəqələri arasındakı məsafəyə həyəcanlanmanın intervalı yaxud da partlayışlararası interval deyilir.

Seysmik axtarışlarda çox hallarda elə müşahidə sistemindən istifadə olunur ki, bu sistem profilin xeyli hissəsində, eyni zamanda tam profil boyu lazımi dalğaları müşahidə etməyə imkan verir.



Şək. 86. Arasıkəsilməz profil almanın görünüşü.

Bunlar tam müqayisə olunan sistem adlanır. Dalğaların inandırıcı müqayisəsi olduqda bir dəfəlik aramsız (sadə) profil-ləmə aparılır (şəkil 86 a). Bu halda həyəcanlanma məntəqəsi duracaqların mərkəzində L , həyəcanlanmalar arasındakı interval $l=L/2$ götürülür, yəni

$$l=(n^{-1})\Delta x/2.$$

Növbəti məntəqədə həyəcanlanan rəqsləri yaratmaq üçün həyəcanlanma məntəqəsini bir partlayış intervalı l qədər yeni partlayış məntəqəsi tərəfə yerini dəyişdirilər. Beləliklə, iki qonşu yerdəyişmə

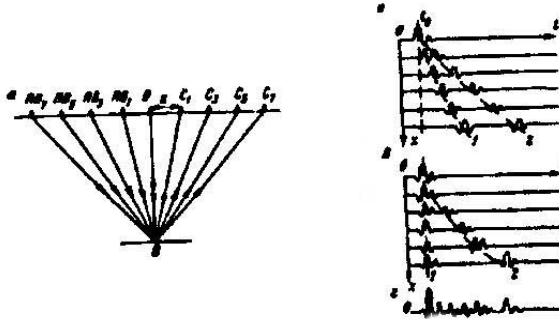
zamanı bir partlayış intervalının uzununa bir dəfə üstünü örtürlər. Yuxarıda şərh etdiyimiz müşahidə sistemləri ilə hər bir həyəcanlanma intervalı üçün iki qarşılıqlı kəsişən qodoqraf qurmaq olar: məsələn, PM_1 - PM_2 intervalları üçün Q_1 və Q_2 , RM_2 – RM_3 intervalı üçün Q_2 və Q_3 və s. Partlayış intervalı ilə məhdudlaşan qodoqrafın qanadlarının şaquli t oxla kəsişmə nöqtəsinə qarşılıqlı nöqtə T deyilir.

Əgər qodoqraf eyni ayrılma sərhəddə üçün qurulubsa, həyəcanlanma məntəqəsindən qarşılıqlı nöqtəyə dalğanın gəlib çatması eyni olacaqdır.

Həyəcanlanma məntəqəsi yaxınlığında güclü maneə dalğaları olarsa, bir, yaxud iki intervaldan bir fasiləsiz olaraq profillemə aparılır (şəkil 87 b). Bu halda seysmik qəbuledicilər partlayış məntəqəsindən hər iki tərəfə l yaxud $2l$ qədər uzaqda yerləşdirilir. Bu sistem hər iki interval üçün qarşılıqlı qodoqraf qurmağa imkan verir. Müəkkəb geoloji şəraitli ərazilərdə elastik dalğaların sürətini dəqiq təyin etmək üçün iki qat profillemə işi aparılır (şəkil 87 c). Bu bizə daha uzun ölçülü qodoqraf qurmağa imkan verir. Eyni zamanda hər bir partlayış intervalı üçün həm qarşılıqlı, həm də ona çatan (paralel yayılan qodoqraf qurmağa imkan verir. İkiqat profillemədə partlayış intervallarının uzunluğu iki dəfə bir-birini təkrar edir. Axır vaxtlar seysmik müşahidələri dəfələrlə təkrar edən üsuldən geniş istifadə olunmağa başlanmışdır. Çox təkrar olunan profillemədə müşahidəni bir neçə dəfə (6-dan 48-ə qədər) aparmaq lazımdır, yəni müşahidə bazasının L yeri o qədər dəyişdirilir ki, o , ilkin müşahidə məntəqəsindən kənar qalır. Bu sistem ilə $l \ll L$ təkrarlanmanın tam üstü örtülmələr $N=L/2l$ formulası təyin olunur.

Çox dəfəli üstü örtmə sistemi əks olunan dalğalar üsulunun müxtəlif dərin orta q nöqtə modifikasiyalarında, (DON): ümumi dərin orta q nöqtə və geniş profillemə üsullarında geniş istifadə

olunur. Bu sistem çox dəfəli və yandan gələn maneə dalğalarını zəiflətməyə imkan verir. ƏOD (əks olunan dalğalar) üsulu ilə bir dəfəlik profillemədə seysmik qəbuledicilər arasında olan məsafə Δx adətən 25-50 m seçilir, mürəkkəb geoloji şəraitlərdə bu 15 m-ə qədər azaldılır. Çoxdəfəli profillemələrdə Δx 50-100 m-ə qədər artırılır.



Şək. 87 Ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) üsulu ilə işlədikdə çox dəfəli əks olunan dalğaların zəiflədilməsi: a) ÜDN üsulu ilə qeyd olunan yazıların birləşdirilməsi; b) ÜDN üsulunun bir dəfə və (1) çox dəfə yazılmış dalğaların seysmoqramı (2); q) bir dəfə əks olunan dalğanın rəqslərinin cəmlənmiş yazısı (cəmlənmiş signalın amplitudası maksimum olur).

Həyəcanlanmalar arasındakı interval l çox hallarda $(0,5-1)h$ -a bərabər götürülür, h - əksedirici səthə qədər olan orta dərinlikdir. Çox dəfəli profillemələrdə $l=L/N$ olur. Burada N -profillemənin seçilən tərtibidir. ƏOD üsulunda qəbul məntəqəsi L adətən 1-3 km-ə bərabər olur.

§80. Sınan dalğa üsulu

Sınan dalğa üsulu rəqs mənbəyindən 1,5-2 dəfə dərinədə yerləşən tədqiq olunan sərhədlərdən əks olunan dalğaların

qeyd olunmasına əsaslanıb. Bu ilk növbədə sının (baş) dalğadır ki, laylardan keçdiyi yolun bir hissəsini üst qatlardakı süxurlara nisbətən böyük sürətliyi ilə təsvir olunur ($v_1 < v_2 < v_3 \dots n$).

Sının dalğalar həyəcanlanma mərkəzinə yaxın məntəqədə qəbul olunmur, ona görə də sının dalğalar üsulu ilə müşahidə partlayış məntəqəsindən bir qədər aralıda aparılır. Sının dalğaları izləmək üçün həyəcanlanma məntəqəsindən müxtəlif məsafələrdə müqayisəli müşahidələr aparılır.

Sının dalğalar üsulunda seysmik qəbuledicilər arasında məsafə 10-15 m olur. Çox dərin olmayan layların axtarışında bu məsafə 100 m, dərin layları tədqiq etdikdə bu məsafə daha böyük olur.

§81. Interferensiya seysmik axtarış üsulu

Əks olunan və sının dalğaların öyrənilməsində çox vaxt həm metodiki, həm də texniki cəhətdən çox çətinliklərlə qarşılaşılır, mürəkkəb geoloji şərait (az qalınlığa malik, getdikcə daralıb dağılan laylar, ayrılma sərhədləri bir-birindən kəskin fərqlənməyən laylar, dalğaların maneəsi, dəfələrlə əks olunan, dəyişən, səthi dalğalar) məcbur edir ki, xüsusi interferensiya sistemi üsulu tətbiq etməklə yararlı elastik dalğaları cəmləsin və maneə dalğalarını zəiflətsin. İnterferensiya üsulu əks olunan dalğalar üsulundan bir qədər geniş istifadə olunur, bu da üsu-

lun bir neçə müxtəlif modeldə istifadə olunmasına gətirib çıxarıb.

Rəqslərin toplanmasının ən yaxşı üsulu ya seysmik qəbuledicilərin, ya da həyəcanlanma məntəqələrinin qruplaşdırılmasıdır.

Seysmik qəbuledicilərin qruplaşdırılması ondan ibarətdir ki, seysmik stansiyanın bir yazan kanalına bir yox, 10-15 seysmik qəbuledici birləşdirilir, bəzi hallarda daha çox bu qəbulediciləri sahədə müəyyən bərabər məsafədə yerləşdirirlər. Qəbuledici qruplaşdırmada baza məsafə δ_x ən güclü maneə dalğasının uzunluğu qədər seçilir, çox hallarda səthi dalğaların uzunluğu qədər götürülür (şəkil 88).

Faydalı dalğa böyük dərinlikdən gəldiyinə görə qruplaşdırılmış qəbuledicilər eyni zamanda yazmağa başlayır və bu dalğalar təqribən eyni fazalıdır, yəni eyni işarəyə malik yerdəyişmə verir. Beləliklə, sinfazlı (eyni fazalı) rəqslər toplanır və qrupun çıxışında güclü elektrik signalı alınır. Maneə dalğaları cəminin amplitudu azalmağa başlayır, çünki bu dalğalar seysmik qəbuledicilərə müxtəlif fazalarda gəlib çatırlar.

Partlayış mənbələri üçün qazılan quyuları bir-birindən müəyyən uzaqlıqda yerləşdirirlər və partlayış ya eyni zamanda, yaxud da zaman etibarilə sürüsdürülərək aparılır BB. Partlayış məntəqələrinin yaxud seysmik qəbuledicilərin qruplaşdırılması eyni məsələni həll etməyə imkan verir, çünki verilmiş nöqtəyə bir qrup mənbədən gələn dalğaların cəmlənməsi, bir həyəcanlanma mərkəzindən gələn dalğanın bir qrup qəbuledicilərlə seysmik dalğaların toplanması eynidir.



Şək.88 Bir qrup seysmik qəbuledicilərlə səthi dalğaların zəiflədilməsi.

Axır vaxtlar ÜDN üsulunun interferensiya üsulu geniş istifadə olunmağa başlayıb. Bu üsul çox dəfələrlə profillemədə əks olunan dalğaların yazısını cəmləməyə imkan verir. Əks olunan dalğanın yazılarının cəmlənməsi bir ortağ nöqtə üçün aparılır. Bunun üçün seçilmiş B nöqtəsindən əks olunan rəqsləri yazan kanallar və həyəcanlanma mərkəzləri O nöqtəsinə nisbətən simmetrik yerləşdirilir (şəkil 90 a).

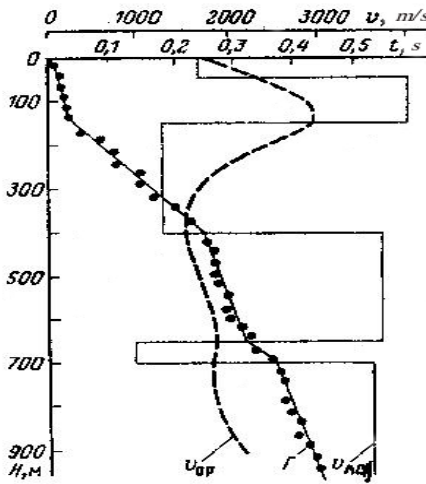
Belə yazıların yekunu ÜDN üsulunun seysmoqramanı təşkil edir (şəkil 65 b). UDN üsulu ilə işlərkən adətən 12, yaxud 24 yazını, nadir hallarda 48 yazını çəmləyirlər. Seysmoqramda bir neçə, bir dəfə və bir çox dəfələrlə əks olunan dalğalar müşahidə olunur.

§82. Quyu seysmik kəşfiyyatı

Quyu seysmik kəşfiyyat bir neçə üsulu özündə birləşdirir. Adətən dalğaların qəbulu və bəzi hallarda həm həyəcanlanma, həm də qəbuletmə quyuda aparılır. Ən birinci işlənilən quyu seysmik üsulu, seysmik karataj üsuludur. Bu üsulla işləyərkən seysmik qəbuledicini müxtəlif dərinliklərə buraxırlar və quyunun üstündə elastik dalğaları həyəcanlandırırlar. Dalğalar yerüstü və quyu seysmik cihazların köməyi ilə maqnit lentinə yazılır (maqnitogram). Cihazların quyuya aid olan hissəsi (qəbuledicilər, mexaniki sıxma qurğuları, aşağı tezlikli

süzgəclər, kəmərlə, gil məhlulu ilə yayılan dalğaları zəiflətmək üçündür və tələb olunan yüksək davamlığa cavab verməlidir.

Seysmik qəbuledicilər quyuyu zondunda yığılır. Qəbuledicilər arasında məsafə (müşahidə addımı) elə seçilir ki, lülə boyu dalğanı etibarlı korrelyasiya (müqayisə) etmək mümkün olsun. Dalğanın gəlmə anı qeyd olunur. Seysmik karataj, şaquli qodoqrafın Q, əyrisini qurmaqla elastik dalğanın laydakı V_{lay} və V_{ort} orta sürətini təyin etməyə imkan verir (şəkil 90).



Şək. 90. Seysmik karatajın nəticələrinə görə dalğanın laylarda V_{or} və V_{lay} sürətinin təyini.

Şaquli qodoqraf elastik dalğanın keçdiyi məsafə ilə hər bir qəbulediciyə gəlib çatdığı vaxt arasındakı asılılığı ifadə edən əyridir. Şaquli qodoqraf qırıq xətlərlə göstərilir. Qırıq xətlərdən ibarət olan qodoqrafın hər hissəsinin meyilliyi lay sürətinin müxtəlifliyini göstərir.

$V_{lay} = \Delta x / \Delta t$, burada Δx və Δt qodoqrafda qırılma nöqtəsində layın üst və ya alt səthinə uyğun olan

koordinatlarıdır. Bir dəst layın orta sürəti aşağıdakı formula ilə təyin olunur. $V_{ort} = x/t_x$; t_x - X layın dərinliyinə qədər dalğanın yayılmasına sərf olunan zamandır.

Nazik laylarda (20 m) sürətlərin xüsusiyyətini akustik karatajla öyrənmək üçün ultra səs üsulundan istifadə edirlər.

§83. Seysmoelektrik üsul

Axır vaxtlar seysmoelektrik üsulundan da istifadə olumağa başlanıb, burada tək-cə həcənlanmış elastik dalğanı yox, həm də süxurda yaranmış elektromaqnit impulslarını öyrənirlər. Seysmoelektrik üsul pyezoelektrik effektinə, pyezoelektrik üsul seysmoelektrik effektinə əsaslanıb. Böyük pyezomodula malik olan süxurlardan elastik dalğalar keçdikdə süxurlarda elektromaqnit dalğaları yaranır, bu dalğaları pyzoelektrik üsulu ilə öyrənirlər. Elastik dalğaların həcənlandırılması zəif güclü partlayış və qeyri-partlayış mənbələri ilə həyata keçirilir. Əmələ gəlmiş elastik dalğalar seysmik qəbuledicilərlə qeyd olunur, elektromaqnit dalğalarının tərkib hissəsi \vec{E} MN xəttini yerə birləşdirməklə, \vec{H} isə çərçivəli antena ilə təyin edilir. Seysmik qəbulediciləri və MN qəbuledici xətlərini yan-yan qoyurlar, müşahidə və həcənlanma məntəqələri arasındakı məsafə 2 m-dən 20 m-ə qədər götürülür. Eyni zamanda seysmik və elektromaqnit impulsların qəbul edilməsi amplitudları müqayisə etməyə imkan verir və böyük pyezomodullu hədəfin vəziyyətini yuksək dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

Seysmoelektrik potensial üsulu seysmoelektrik effektin əsasında yaranıb və bunun əmələ gəlməsinin əsas səbəbi elektrokinetik proseslərin baş verməsi hesabınadır, xüsusən süxurdan elastik dalğalar keçdikdə nəmli süxurların qatlarının səthində yaranan ikiqat elektrik layının elastik dalğanın təsiri ilə yerdəyişməsi hesabına baş verir.

XXI FƏSİL. SEYSMİK KƏŞFİYYATLARDAN ALINAN MATERIALLARIN HESABLANMASI VƏ TƏHLİLİ

Seysmik müşahidələr nəticəsində əldə edilmiş məlumatların təhlili dedikdə, seysmik yazılarda zamana və dərin seysmik kəsilişlərə lazımi düzəlişlər etmək əməliyyatı başa düşülür. Alınan nəticələrin təhlili və emalı ondan ibarətdir ki, seysmik horizontların zaman və dərinlik kəsilişlərində bu horizontların ardıcıl laylaşmasının vəziyyətinin təyini (stratiqrafik bağlılığı) və bu horizontların iş aparılan ərazidə tam əlaqələndirilməsi və bunlara əsasən struktur xəritənin qurulmasından ibarətdir.

Hal-hazırda seysmik kəşfiyyat materiallarının emalı və interpretasiyası xüsusi proqramlar kompleksi əsasında hesablama məşinlərində aparılır. Buna baxmayaraq, əllə hesablama və qurulan diaqramları vizual görməklə qeyd olunan dalğaları müşahidə etmək hələlik öz aktuallığını itirməyib.

§84. Çöl seysmik kəşfiyyat işlərindən alınan nəticələrin əllə hesablanması.

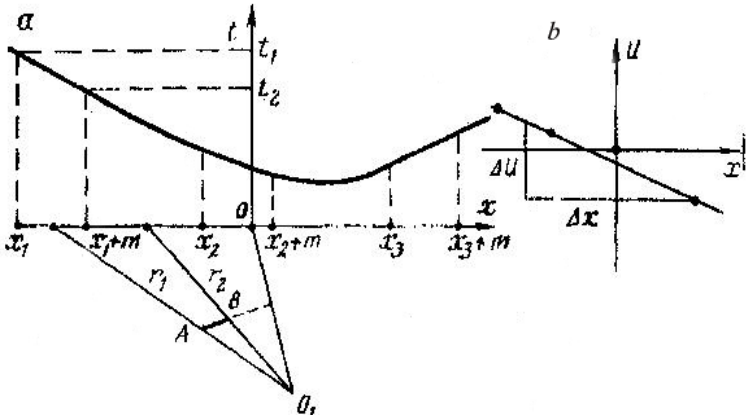
İlk növbədə seysmoqramlar təhlil olunur (şəkil 81 bax). Seysmoqramdan partlayış anı təyin edilir və sonra nişanlama işi aparılır. Nişanlama partlayış vaxtının sıfır anının qeyd olunması deməkdir və hər on nişanlamadan sonra partlayış anından sağda sıra nömrəsi ilə qeyd olunur (1.2.3... və s.). Partlayış anının qeyd olunduğu yerin yaxınlığında partlayış anı üçün düzəliş yazılır, bu həqiqi partlayış anı ilə yazmağa başlama anı arasında fərqdır, saniyənin mində bir dəqiqliyi ilə

təyin olunur. Nişanlanma vaxtı saniyənin 100-də bir dəqiqliyi ilə təyin olunur.

Növbəti hesablama dalğanın müqayisə olunmasıdır. Bütün profil boyu eyni fazalı dalğaların başlanğıcı yaxud fazası təyin edilir. Düz və sinan dalğaların başlanğıcı asanlıqla təyin olunur. Sinan dalğaları almaq üçün birinci başlanğıc üsulundan istifadə edirlər. Əks olunan və sinan dalğaları ayırmaq üçün (növbəti başlanğıclarda) dalğaları fazalarına görə müqayisə edirlər. Bunun üçün xətt çəkirlər (sinfaza oxu), bu xətt eyni dalğaların eyni fazalı rəqslərini ya toplayır, yaxuda çıxaraq toplayır (maksimum, yaxud minimum). Əks olunan və sinan dalğanın seçilmə əlamətləri hər iki dalğa üçün eynidir, bu amplituduna görə seçilmə əlamətidir (dalğanın rəqslərinin intensivliyi maneə dalğalarının intensivliyindən 2-3 dəfə çox olmalıdır), sinfazalılığın əlaməti (dalğanın qonşu məntəqəyə gəlmə müddətinə yaxındır). Sinfaza oxunu təyin etdikdən sonra partlayış anını müəyyən edərək və hər bir dalğanın seysmik qəbulediciyə gələn vaxtını təyin edə bilərik. Bu təyin olunan vaxt faza qodoqrafını qurmağa imkan verir.

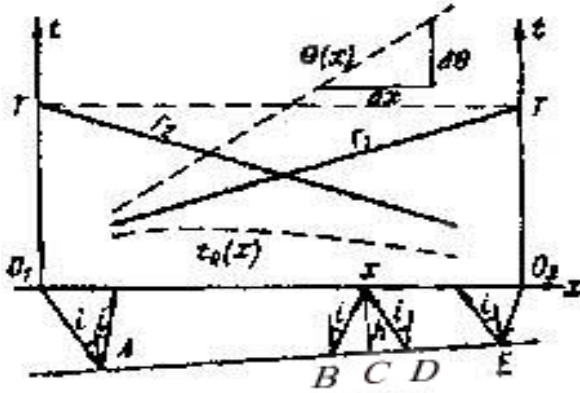
§85. Əks olunan dalğa qodoqrafının qurulması

Bu, dalğanın effektiv sürətinin V_{eff} təyini və əks etdirici sərhəddin qurulması üçün zəruridir. V_{eff} təyin etmək üçün bir neçə üsul tətbiq olunur. Bunlardan ən sadəsi sabit fərqlər usuludur. Bu tək qodoqraflardan istifadə olunmasına əsaslanıb. Qodoqrafda (şəkil 91 a) bir birindən m məsafəsi qədər aralıda duran bir cüt nöqtə götürülür. Nöqtələrin koordinatlarını X və $(X+m)$ ilə işarə edək.



Şək. 91. Sabit fərq üsulu ilə effektiv sürətin V_{eff} təyini və nişanlama yolu ilə dalğanı əks etdirən sahənin qurulması. a- U təyin etmək üçün iki nöqtənin seçilməsi ilə r_1 və r_2 radiusların nişanlanması; b- hesablama aparmaq üçün qrafik.

Əks olunan dalğalar qodoqrafının tənliyinə əsasən (§71 bax) hər bir seçilmiş nöqtə üçün rəqslərin həyəcanlanma mərkəzindən O rəqslərin qəbul olunduğu məntəqəyə kimi X və $(X+m)$ olan məsafədə dalğanın hərəkət yolu təyin olunur. Burada V_{eff} və h -a görə iki məchullu sistem tənliyi alınır. Bu tənliyin V_{eff} sürətinə nisbətən həll edib sonra $(t_x^2 - t_{x+m}^2)$ -ni U ilə əvəz edib diferensiallayaraq yenidən aşağıdakı tənliyi alırız;



Şək. 92. Qodoqraflar fərqlinin köməyi ilə sərhəd sürətinin təyini və t_0 üsulu ilə dalğanı əks etdirən sərhədin qurulması.

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{2m \frac{\Delta X}{\Delta U}}$$

Təcrübədə V_{eff} sürətini təyin etmək üçün qodoqrafda iki nöqtə götürülür, bunlar arasında məsafə həmişə sabit olmalıdır $m < 0,4L$ (şəkil 92 a bax), hər cut nöqtə üçün $U = t_{x_1}^2 - t_{x_2}^2$ təyin olunur və X -in qiymətinə görə $U = f(x)$ funksiyasının əyrisi qurulur (şəkil 92 b). ΔU dəyişməsinə götürüb ΔX -in müəyyən qiymətində asanlıqla V_{eff} təyin olunur.

§ 86. Sınan dalğa qodoqrafının qurulması

Bu qodoqrafa əsasən sərhəd sürəti V_p və şüanı sındıran sərhədin dərinliyi hesablanılır. Sərhəd sürətini təyin etmək üçün qarşılıqlı qodoqraf üsulundan istifadə olunur. Ən çox geniş istifadə olunan qodoqraflar fərqi üsuludur (şəkil 91). Qodoqraflar fərqi tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\theta(x) = t_{x_1} - t_{x_2} + T$$

Burada t_{x1} və t_{x2} dalğının X nöqtəsinə gəlmə müddətidir. Bu Q_1 və Q_2 qodoqraflarından götürüldü. Tqarşılıqlı nöqtələrdəki vaxtdır, yəni Q_1 -dən Q_2 -y və əksinə dalğının gəlməsi üçün sərf olunan zamandır. Eyni məsafəli müşahidələr üçün T vaxtı həmişə sabitdir. Q_1 və Q_2 müşahidə intervalları arasında $\theta(x)$ -in hər bir nöqtə üçün hesablanmış qiyməti əyriyə köçürülür və qodoqraflar fərqi $\theta(x)$ alınır. Sındırıcı səthi müxtəlif üsullarla qururlar. Bunlar içərisində daha çox istifadə olunan üsul t_0 -dır. Bu üsul istənilən X nöqtəsinin vəziyyətinə əsaslanıb (şəkil 91 bax). Q_1 ; və Q_2 həyəcanlanma mərkəzindən X məntəqəsinə qədər ($O_1 AB_{x,}$ və $O_2 ED_x$) olan yolu təyin edərək, sonra gedilən yol parçasını h sındırma sərhəddinin dərinliyi kimi köstərilər (XS parçası). Bəzi dəyişdirmələrdən və çevrilmələrdən sonra (düşən və qayıdan şüaların bucaqlarının eyni olduğunu nəzərə alaraq) aşağıdakı tənliyi alırıq və buradan h-ı təyin edə bilərik:

$$h = \frac{t_0}{\left(2\sqrt{\frac{1}{V_{or}^2} - \frac{1}{V_s^2}}\right)} \quad V_s = \frac{2\Delta x}{\Delta \theta}$$

V_s üfüqi və kiçik meyli sərhədlər üçün sürətdir.

Beləliklə, əgər V_{or} və V_s sürətləri məlumdursa t_0 -ın məlum qiymətində hər bir x, müşahidə nöqtəsində, $t_0(x)$ əyrisi ilə birləşmiş qrafikdən h-in qiymətini təyin edə bilərik (əks-səda dərinliyini).

X nöqtəsindən h radiuslu qövsələrə çəkmiş olsaq və həmin qövsələrə toxunanları çəkib ayrılaraq birləşdirsək, şüanı sındıran, axtarılan sərhədi alırıq. Göstərilən üsul seysmoqramların əllə hesablanması üsullarından biridir.

Hazırda sınaq dalğalarının profillər üzrə izlənməsi, sınaq dalğa qodoqraflarının qurulması, qurulmuş qodoqraflara əsasən sındırıcı sərhəddə qədər olan mühitdə elastiki dalğaların orta sürətinin, V_0 sındırıcı sərhəddəki sürətin V_s hesablanması və sındırıcı sərhədin

qurulması da xüsusi proqramlar kompleksinin köməyi ilə EHM-da aparılır.

§87. Seysmik kəşfiyyatdan alınan materialların təhlili

Hesablama və təhlil etmə mərhələləri arasında, demək olar ki, dəqiq sərhəd yoxdur. Hesablama və təhlil etmənin çoxlu üsulları qarşılıqlı olaraq bir-birinə qarışmışdır, ona görə də bunlar həm bu, həm də digər mərhələyə aid ola bilərlər.

Alınan vaxt yaxud dərinlik seysmik kəsilişlərdə əksətdirici səthlər özünü ya ayrıca əks etdirici meydançalar kimi, ya da fasiləsiz izlənən sərhədlər kimi aparırlar. Hər bir əks etdirən səth üçün şərti lay keçirirlər; fasiləsiz izlənən səthlər isə dayaq sərhədlər, ya dayaq seysmik horizontlar adlanır. Dayaq layı elə laydır ki, bu, bütün profil boyu müşahidə olunur və bütün qodoqraflarla təsdiq olunur və müəyyən stratigrafiya laya bağlamaq olur. Dayaq layını seysmik kəsilişdə qalın xətlərlə ayırırlar. Bütün seysmik kəsilişlərin materiallarını ərazi üçün toplayıb struktur xəritə qururlar, bu ən maraqlı dayaq layı üzərində edilir, yaxud da müxtəlif laylar üzrə bir neçə struktur xəritələr qurulur. Əyimliyi kiçik olan laylarda ($\varphi=5-10^\circ$) struktur xəritələri izoşaqqullarla qurulur. Əyimliyi böyük olan laylarda əvvəlcə horizontlara normal üzrə layın dərinliyi təyin olunur, buna əsasən izonormal xəritəsi qurulur, sonra bunu tam dəyişdirərək izoşaqqul xəritəsinə çevirirlər. Az öyrənilmiş rayonlarda orta sürətin dəyişməsi məlum deyilsə, nəticə əksətlənmə izoxron xəritəsi kimi verilir, belə xəritələr zaman kəsilişinin materialları hesabına aparılır.

Seysmik sərhədləri geoloji sərhədlərlə əlaqələndirmək üçün dərin quyularda aparılan seysmik müşahidələrin nəticələrindən istifadə olunur.

XXII FƏSİL. SEYSMİK KƏŞFİYYATIN TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Seysmik kəşfiyyatın həll etdiyi məsələlər

Seysmik axtarışlar üsulu müxtəlif geoloji məsələlərin həli üçün müxtəlif mərhələlərdə istifadə edilir.

Vacib geoloji məsələlərin həllində seysmik kəşfiyyat üsulu görülən işlərə sərf olunan vəsaitin məbləğini minimuma endirməyə imkan verir.

§88. Seysmik kəşfiyyat işlərinin mərhələləri

Seysmik axtarış işləri geoloji məsələnin öyrənilməsindən asılı olaraq regional, axtarış və dəqiq kəşfiyyat mərhələlərinə bölünür.

Regional seysmik kəşfiyyat. Bu kiçik miqyaslı kəşfiyyat işi adlanır. Bunu bəzi profillər və ya marşrutlar üzrə aparırlar. İş ya əks olunan, ya da sınaq dalğaları üsulu ilə aparırlar. Əksolunan dalğalar üsulu çökmə layları ayırmaq, sınaq dalğaları üsulu isə yer qabığının özülünü xəritəyə almaq üçün istifadə olunur. Dərin tədqiqatlar 20-80 km-ə kimi aparılır. Bu, Yer qabığının quruluşunu öyrənməyə imkan verir. Eyni zamanda bundan üst mantiyanı tədqiq etmək üçün istifadə olunur.

Seysmik axtarış kəşfiyyatı. Bu, ayrı-ayrı strukturları tektonik zonaları öyrənmək və filiz yataqlarını aşkar etmək üçün istifadə olunur. İşlər ya ayrı marşrutlarla, yaxud da açıq sahələrdə aparılır. Profili ehtimal olunan struktura perpendikulyar istiqamətdə seçilməsi vacibdir. Struktur aşkar ediləndən sonra profilin bir hissəsini strukturun uzanma istiqamətində aparırlar ki, strukturun yatım elementlərini təyin etmək mümkün olsun. Hər iki əsas üsuldan istifadə edilir. İş 1:200.000, 1:100.000 miqyasında aparmaq lazımdır.

Açıq sahədə dəqiq seysmik kəşfiyyatlar. Bu üsuldən kiçik sahəyə malik ərazidə quyu qazma işləri aparmaq məqsədilə ətraflı öyrənilməsində istifadə olunur. Profil sistemi strukturun forma və ölçülərindən asılı olaraq seçilir. Kvadrat sistemli profilin seçilməsi strukturun izometrik formasından asılıdır. Uzunsov strukturlarda profillər arasındakı məsafə .3-5 dəfə strukturun ehtimal olunan uzunluğundan və onun enindən kiçik olmalıdır. Dəqiq işlərdə əks olunan dalğa üsulundan və onun müxtəlif modifikasiyalarından istifadə olunur. Müşahidə sistemi sərhədləri fasiləsiz izləməyi təmin etməlidir. İşlərin nəticələri struktur xəritə şəklində verilir, xəritə bir yaxud bir neçə əksedirici sərhəd-seysmik horizont üzrə 1:50.000 1:25.000 miqyasında tərtib olunur.

§89. Seysmik kəşfiyyatla həll olunan məsələlər

Seysmik kəşfiyyat çoxlu geoloji məsələləri həll etməyə imkan verir, bundan asılı olaraq bu məsələlər dərinlik, quruluş, filiz və mühəndis-hidrogeoloji və s. qruplara bölünürlər.

Dərinlik seysmik kəşfiyyatları. Yer qabığının quruluşunu, bunun alt qatı mantiyanı, Yer qabığının əsas xüsusiyyəti olan üst hissəni təşkil edən çökmə qatın quruluşunu öyrənmək üçün istifadə olunur. İkinci məqsəd digər geofiziki üsulların (qravi, maqnit kəşfiyyatı) köməyi ilə alınan məlumatları təhlil etmək üçün istifadə olunur.

Seysmik axtarışın dərinliyi 4-80 km və çox ola bilər. Rəqsləri həyəcanlandırmaq üçün partlayıcıdan, hərdənbir zəlzələlərdən istifadə olunur. Mənbədən müşahidə məntəqəsinə qədər olan məsafə 30-50 km-ə çatır, bəzi hallarda bir neçə yuz kilometr olur.

Profil üzrə müşahidə əks olunan və sınıan dalğalarla, yaxud dərin zondlama üsulu ilə aparılır; qəbul olunan rəqslər 6-20 Hers tezliklə qəbil olunur.

Quruluş (neft-qaz axtarma) seysmik axtarışları. Axtarış planalmanın ilk mərhələsində ayrı-ayrı böyük struktur quruluşu

sahələr öyrənilir (aşağı düşmələr, təpələr, dağların əmələ gəlməsi, nəhəng pozulma xətləri), dəqiq işlər mərhələsində isə ayrı-ayrı strukturlar öyrənilir, bu işlər əks olunan və sınan dalğalar üsulu ilə aparılır. Bunlardan başqa, dərin quyularda da müşahidələrdən geniş istifadə olunur. Bu işlər 20-150 Hers tezliklərdə aparılır.

Filiz seysmik axtarışları. Bu üsul dəmir filizi, boksit, misli qum daşları, bəzi qeyri-filiz əyalətaqlarının axtarışında geniş istifadə olunur. Bu, əsasən, filiz əyalətlərinin quruluşun, sahəsin, tektonik pozulmaların aşkar edilməsin, onların izlənməsi və yumşaq, boş çöküntülərin qalınlığının təyin olunmasında istifadə olunur. Qarşıya qoyulan məsələ, əsasən əks olunan, sınan dalğalar və şaquli seysmik profillemə üsulları vasitəsi ilə yerinə yetirilir. İşci tezlik 20-150 Hersdir.

Tədqiqat 200 m dərinliyə qədər aparıldıqda sınan dalğalar üsuluna üstünlük verilir. Xususiylə də köklü (yerli) süxurların səthini öyrənmək üçün istifadə olunur. Sınan dalğalar köklü süxurun səthi ilə sürüşərək yayılır, həmin süxurun yerləşdiyi dərinliyin və sərhəd sürətinin təyin olunmasına, pozulma sahəsinin çatlığını və digər xususiyyətlərini təyin etməyə imkan verir. Quyu və yeraltı dağ mədən işi aparılan ərazidə, keçən dalğalar üsulundan istifadə edərək yeraltı şaxtalarda Yerın səthi arasında toxunulmamış süxur dirəklərinin olub olmamasını öyrənirlər. Seysmoakustik dalğalarla şüalandırmaq yolu ilə bu yerlərdə sulfid və dəmirli filizləri ayırmaq olar. Əgər tədqiq olunan səth və tələb olunan dərinlik 200-300 m-dən çox olsa, filiz axtarışında aparıcı rol əks olunan dalğalar oynayır.

Axır vaxtlar kvars və peqmatit damarlarını, nefelin saxlayan süxurları, büllur yataqlarını, optik kvarsları və digər faydalı qazıntıları axtarmaq üçün həm yerüstü, həm də yeraltı seysmoelektrik üsuldən istifadə edirlər.

Hidrogeoloji-mühəndis seysmik axtarışlar

Seysmik axtarışlar üsulu daha dəqiq olaraq köklü karbonatlı, çökmə, metamorfik və kristallik süxurların hansı də-

rinlikdə yerləşdiyini təyin etməyə, tektonik yerdəyişmə və dağılma mərkəzlərinin sərhədlərini aşkar etməyə imkan verir, belə ki, bu üsuldən istifadə etdikdə xəritəyə alınan obyektin süxurlarının yerləşdiyi və ölçmələrin aparıldığı şəraitindən asılı olaraq seysmik xarakteristikada heç bir təhrif olunma müşahidə edilmir.

Birinci məsələni bir qayda olaraq sınaq dalğaları üsulu ilə həll edirlər. Bu, köklü süxurların yerləşdiyi dərinliyi təyin etməyə, çökmə süxurlarını laylara ayırmağa, Yer qabığının küləyin və kimyəvi proseslərin hesabına aşınmasına məruz qalan hissəsinin qalınlığının təyini və daimi buzlaşmış əraziləri xəritəyə almada, qırılmış pozulmaları izləməkdə, çatlarla səciyyələnən süxurları aşkar etməkdə, yeraltı suların səviyyəsini və sürüşmələri təyin etməkdə böyük əhəmiyyət kəsb edir. Köklü süxurların üst qatını təyin etmək üçün istifadə olunan dalğa adətən ən böyük sürətə malikdir (2000-6000 m/saniyə), bu süxurların üstünü örtən yumşaq çökmə süxurlarında isə dalğanın sürəti (800-2500 m/saniyə) bundan azdır. Sındıran sərhədi adətən orta sürətin köməyi ilə qururlar (§ 83 bax).

İkinci məsələnin həllində seysmik axtarışlar üsulu layların və suyun çatlı ərazilərdə yerləşdiyinin aşkar edilməsində, xüsusilə qaya süxurlarında tektonik pozulmalar nəticəsində qırılma zonalarında toplanmasını aşkar etməkdə müvəffəqiyyətlə istifadə olunur. Bunun üçün süxurlarda eninə və uzununa dalğaların yayılma sürəti təyin olunur və bunların müqayisəsi imkan verir ki, bu çatlar hansı maye ilə dolmuşdur və bu çatların əhəmiyyətli olub-olmaması aşkar edilir. N.M.Qreşanova görə monolit süxurlarda uzununa və eninə dalğalar yüksək sürətə malikdir ($V_s/V_p=0,5-0,6$). Çatlı süxurlarda uzununa və eninə dalğaların sürəti su ilə dolmayan intervallar arasındakı süxurlardakı sürətdən hiss olunaq dərəcədə kiçik qiymətə malikdir və sürətlərin nisbəti həmin qiymətlərə yaxındır. Bu çatlar su ilə dolduqda eninə dalğaların sürəti kəskin azalır, beləliklə, eninə və uzununa dalğaların sürətlərinin nisbəti aşağı olur.

Seyismik axtarış üsulunu süxurların çatlığının öyrənilməsində ən dəqiq üsullardan biri kimi hesab etmək olar. Çatlılıq əmsali aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$K_{\text{sat}} = \frac{v_2(v_1 - v_{1+2})}{v_{1+2}(v_1 + v_2)}$$

Burada v_{1+2}, v_1, v_2 uzununa dalğanın uyğun olaraq çatlı süxurlarda, süxurun bərk fazasında və çatlara dolduran mayedəki sürətidir, v_{1+2} sürəti sinan şüalar qodoqrafi vasitəsi ilə təyin olunur. v_1 ultrasəs üsulu ilə bərk süxurlardan hazırlanmış nümunələrdə təyin edilir, v_2 sürəti çatlara su ilə doluqda 1500 m/san götürmək lazımdır.

İkinci məsələlərin həllində, süxurlarda elastik dalğaların sürətinin təyini süxurların elastik xassələrini ilə sıx əlaqədə olmasına əsaslanıb.

Seysmik və seysmoakustik üsullarla süxurlarda uzununa və eninə dalğaların sürətinin təyini süxurların dinamik və elastik xassələrinin bütün öyrənilən ərazidə təyin etməyə imkan verir (ikinci fəslə bax). Axır vaxtlar mühəndis-hidrogeoloji axtarış praktikasında seysmoelektrik potensiallar üsulu tətbiq olunmağa başlayıb (MSEP). Bunun köməyi ilə süxurun nəmliyi, məsaməliliyi, torpağın donmuş halı haqda məlumat almaq olar. Bu seysmoloji xəritələmə zamanı seysmik təhlükəli zonaların qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər.

Beşinci hissə

RADIOMETRİK VƏ NUVƏ-FİZİKASI KƏŞFİYYAT ÜSULU.

Radiometrik və nüvə-fizikası üsulları ümumi nüvə fizikası adı altında birləşdirilir. Radiometrik üsul dedikdə süxurlarda təbii radioaktivliyi ölçən üsul nəzərdə tutulur. Süni yaradılmış radioaktivliyin ölçülməsi və bunun köməyi ilə süxurların tərkibindəki kimyəvi elementlərin və süxurların kimyəvi tərkibinin təyini nüvə fizikası üsuluna xidmət edir.

XXIII Fəsil

§90. NUVƏ GEOFİZİKASININ NƏZƏRİ ƏSASLARI

Kimyəvi elementlər içərisində ləri var ki, onlar özlərinin daxili quruluşlarına görə qeyri-sabitliyi ilə səciyyəlidir, müəyyən zaman keçdikdən sonra isə parçalanırlar. Bu elementlər təbiətdə əmələ gəlir, süni yolla da alın bilər. Belə elementlərin nüvələri daha sabit hala daxilə gedən çevrilmələr nəticəsində, yəni bu elementlər özləindən müxtəlif hissəciklər və şüalar buraxaraq başqa elementə çevrilirlər. Bir qrup elementin atomunun nüvəsi başqa fiziki xassələrlə təsvir olunan elementin nüvəsinə çevrilirsə, buna radioaktivlik deyilir. Bu elementlərin atomları mütəhərrik nüvəli olduqları üçün buna radioaktiv izotoplar deyirlər.

§91. RADİOAKTİVLİYİN ƏSAS QANUNLARI VƏ RADİOAKTİV PARÇALANMANIN NÖVLƏRİ

Hər bir kimyəvi elementin atomunun mərkəzində müsbət yüklənmiş nüvə yerləşir, bunun ətrafında isə müxtəlif orbitlərdə elektronlar fırlanır. Atomun nüvəsi proton və neytronlardan təşkil olunur ki, bunlara nuklonlar deyirlər. Neytron hissəcikləri yükə malik deyil. Proton hissəciyi müsbət yük daşıyır. Protonun və neytronun kütləsi $M_p = M_n = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kq = 1 a.k.v. (atom kütlə vahidi) demək olar ki, bərabərdirlər. Proton və neytronların ümumi sayı nüvədə kütlənin miqdarını təşkil edir. Atomun nüvəsinin yükü elementar yük kimi göstərilir, $1,6 \cdot 10^{-27}$ Kl-na bərabərdir və D.İ. Mendeleev dövrü elementlər sistemində elementin sıra nömrəsini göstərir. Atomda elektronların miqdarı sıra nömrəsinə bərabərdir.

Nüvənin yükü atomun nüvəsinin sıra nömrəsi adlanır.

Hər bir elementin nüvəsi özünəməxsus quruluşa və tərkibə malikdir. Bunlara nuklidlər deyilir. Nuklid kimyəvi elementinin rəmzinin, yanında aşağı və yuxarı indekslə atomun nömrəsi və kütlənin sayı şəklində göstərilir. Məsələn ${}^4_2\text{He}$ - heliumun nuklidi, atom nömrəsi 2, kütləsinin sayı 4. Nüvədə neytronların sayını təyin etmək üçün kütlənin sayından atomun nömrəsini çıxmaqla təyin edilir. Nüvə

daxilində nüklonlar nüvə qüvvələri ilə bağlıdır, bu nüklonlar arasında olan məsafədən asılıdır: 1×10^{-13} sm-ə bərabərdir məsafədə nüvə qüvvələri 135 dəfə elektrik itələmə qüvvədən böyükdür və 18^{38} dəfə qravitasiya qarşılıqlı qüvvəsindən çoxdur, hissəciklər bir-birindən $20 \cdot 10^{-13}$ sm məsafədə olduqda qravitasiya qarşılıqlı təsir qüvvələri sifra bərabərdir.

lərin dövrü sistemini ağır kütləli lər bağlayırlar; bunlardan bir neçəsini (92U, 90Th, 88Ra və s.) özbaşına başqa lərin nüvəsinə çevirirlər, bu çevrilmələr zamanı böyük enerjili hissəciklər, elektronlara fotonlara ayrılır. Bu xassələrə lərin təbii radioaktivliyi deyilir.

İstənilən radioaktiv lərin çevrilməsi müəyyən qanuna uyğunluğa tabedir, bu isə statik xüsusiyyətə malikdir (bu parçalanan atomların miqdarı çox olduqda ödənilir). İlk anda radioaktiv maddənin nüvəsinin sayını N_0 müəyyən zaman t keçdikdən sonra qalan nüvələrin sayı N -dirsə onda aşağıdakı asılılığı alırıq.

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-t/T}$$

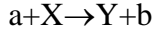
Burada λ parçalanma sabitidir, bu bir nüvənin 1 saniyədə parçalanma ehtimalıdır (parçalanma sabiti nüvənin orta yaşama müddəti ilə tərs mütənasibdir). T -yarı parçalanma dövrüdür, yəni bu zaman ərzində maddənin nüvəsinin təxminən yarısı parçalanır.

$$\lambda = 1/\tau = 0,639/T$$

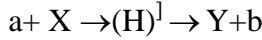
Radioaktiv çevrilmələr heç bir xarici təsirdən; nə temperaturdan, nə də təzyiqdən asılı deyil və heç bir kimyəvi əlaqələr parçalanma sabiti λ -ya təsir edə bilməz. Maddənin konkret porsiyasının radioaktivliyi miqdarca vahid zamanda parçalanmış nüvələrin sayı ilə təyin edilir, buna parçalanmanın aktivliyi deyilir və A kimi işarə olunur. Verilmiş radioaktiv izotopun parçalanma sayı A 1 saniyədə parçalanmanın sayı N ilə düz mütənasibdir.

$$A = \lambda N$$

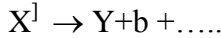
ar hissəciklərin nüvə ilə, yaxud bir nüvənin nüvə ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində nüvə reaksiyası baş verir. Reaksiya zamanı a hissəciyi X nüvəsinə bombardıman edir, bu zaman yeni Y nüvəsi yaranır və zərrəcik alınır:



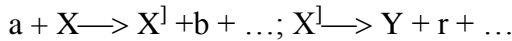
Bütün nüvə reaksiyaları aralıq mərhələdən keçir, bu anda nüvə tərkib hissələrinə (H)¹(- izotopun işarəsidir) ayrılır:



Özbaşına (spontan) nüvə parçalanması baş verdikdə bir və ya bir neçə hissəcik buraxılır və nüvə enerji baxımından daha sabit vəziyyətə düşür:



Əgər izotopa X təbiətdə rast gəlinərsə, buna təbii radioaktivlik deyilir; əgər X¹ nüvə reaksiyası hesabına əmələ gəlibsə buna süni radioaktivlik deyilir. Nüvə reaksiyası zamanı süni radioaktiv maddə alınır, bu reaksiya iki mərhələdə gedir, bu reaksiyaların tam yazılışı aşağıdakı şəkildə olur:



Reaksiyanın tənliyindən görünür ki, birinci mərhələdə radioaktiv izotop yaranır X¹, ikinci mərhələdə isə izotopun parçalanması başlayır, bu parçalanma bir və yaxud bir neçə zərrəcik buraxılmaqla baş verir.

Radioaktiv izotop nə qədər çox toplanarsa, parçalanma bir o qədər çox baş verir. Elə bir hal yaranır ki, izotopun artımı dayanır, nə qədər varsa, o tədər də parçalanma gedir. Belə nisbət ilk anda (ana izotopda) və yenidən əmələ gələn (qız izotoplarda) maddələrdə atomların sayı dəyişməz qalır, buna radioaktiv tarazlıq deyilir. Tarazlıqda ana və qız izotopları bərabərdir, yəni $A_a = A_q$.

Radioaktiv tarazlıq şəraitində parçalanan bir sıra maddələrdə aşağıdakı şərt ödənilməlidir. $\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2 = \dots = \lambda_n N_n$

Əgər onlar cərgədə qonşudurlarsa bu bərabərlikdən maddənin miqdarının nisbətini təyin etməkdə istifadə olunur. Məsəl üçün uran və radium üçün tarazlıq şəraiti radioaktiv tarazlıq əmsalı ilə təsvir olunur $K_{pp} = C_{Ra} R_a / (C_u \cdot 3,4 \cdot 10^{-7})$ burada C_{Ra} və C_u uyğun olaraq süxurlarda uran və radiumun miqdarıdır; $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot N_{Ra} / N_u = C_{Ra} / C_u$ nisbəti tarazlıqda olan süxurlar üçündür.

Əgər $K_{pp} = 1$ tarazlıq uran və radium arasında pozulmayıb. $K_{pp} > 1$ halda deyilir ki, tarazlıq radium tərəfə dəyişib, $K_{pp} < 1$ olduqda tarazlıq uran tərəfə dəyişib.

Bir neçə növ təbii radioaktivlik mövcuddur: gamma çevrilmələr, beta çevrilmələr, elektronun nüvə tərəfindən zəbt olunması, **gamma şüalanma**, atomun nüvəsinin özbaşına parçalanmasıdır.

Hər bir radioaktiv izotop üçün bir və ya bir neçə növ çevrilmə mövcuddur.

Alfa çevrilməsində radioaktiv nüvə alfa hissəcik buraxır. Bu, iki protondan və iki neytrondan ibarətdir. Bu helium inin nüvəsidir ${}^2\text{He}$. Alfa hissəcikləri zəif keçmə qabiliyyətinə malikdir - havada bir neçə santimetr, bərk cisimdə isə millimetrin hissəsi qədərdir.

Betta çevrilmələr özündən betta şüaları buraxmaqla müşayiət olunur—bu ya elektron, ya da pozitrondur. Betta hissəciklərin keçmə qabiliyyəti havada bir neçə metr, bərk cisimdə isə bir neçə santimetrdir.

Nüvənin parçalanması qamma-kvant elektromaqnit şüalanması ilə baş verir. Qamma şüalar böyük enerjili fotonlardan ibarətdir, bunlar nüvə həyəcanlanan zaman, yaxud ar hissəciklərin qarşılıqlı təsiri zamanı ayrılır. Qamma şüalarının maddədən keçdiyi yol betta hissəciklərinin keçdiyi məsafədən on dəfələrlə çoxdur və 1-1,5 km Havada, bərk cisimdə isə 1 m-dən çoxdur.

Ağır nüvələr üçün öz-özünə (spontan) parçalanma baş verir, bu halda nüvə tam iki yerə bölünür, 2-3 neytron nüvədən çıxır.

Radioaktiv şüalanmanı təsvir edən kəmiyyət zərrəciklərin kinetik enerjisidir və elektron voltlarla ($1\text{eV} = 1,610^{-9}$ coul) ölçülür. Bu enerji elektronların potensialları fərqi 1 Volt olan sahədən keçəndə alır. Bütün adları çəkilən parçalanmalardan ayrılan enerji elektron voltun (MeV) milyonda birini təşkil edir, nüvənin öz-özünə parçalanmasında ayrılan enerji 200 MeV təşkil edir.

Hər bir radioaktiv alfa, betta, gamma şüalanmasının enerjisi sabit qiymətə malikdir, müəyyən həddə dəyişir. Süxurlarda enerji spektrinin təhlili, süxurun tərkibində hansı radioaktiv in olduğunu təyin etməyə imkan verir. Qalium inin gamma şüalanma enerjisi

1,46 MeV, uran ailəsindən olan izotoplar üçün 0,093-176 MeV, torium ailəsi üçün 0,23-262 MeV-dir. Bu imkan verir ki, qamma şüalanmanın spektrlərini yuxarıda göstərilən qrup izotopları tə'yin etmək üçün istifadə etmək olar.

Radioaktiv şüalanmanın əhatə olunduğu mühitlə qarşılıqlı təsirdə olması müxtəlif proseslərin və hadisələrin baş verməsi ilə gedir. Qamma hissəciklərin ətraf mühitdə maddələrin nüvəsi tərəfindən udulması, nüvə və elektronlardan hissəciklərin səpilməsi hadisəsinə uyğun səpilmə, maddənin ionlaşması, atomun xarici orbitindən elektronun vurulub çıxarılması, istiliyin ayrılması, lüminisensiya hadisəsi, yəni işıq şüası buraxması ilə izah olunur.

§92. RADIOAKTİV ŞÜALANMA VAHİDLƏRİ

Radioaktiv mənbədə atomun nüvəsinin (nuklid) aktivliyi parçalanmış atomun sayının ΔN bu parçalanmaya sərf olunan Δt zamana nisbətində deyilir, A hərfi ilə işarə olunur $A = \Delta N / \Delta t$

BS vahidlər sistemindəki aktivliyin vahidi bekkerrddir(Bk). Bir saniyədə bir parçalanma baş verirsə, belə izotopun aktivliyi 1Bk-dir bərabərdir. Sistemdəki kənar vahidi isə $1Ki = 3,7 \cdot 10^{10}$ Bk.

Süxurların radioaktivliyini öyrənən zaman çox hallarda xüsusi radioaktivlikdən istifadə edirlər. Bu, aktivlik vahid kütləyə, həcmə, sahəyə və şüalanma baş verən səthin nisbətində aiddir. Bk/kq, Bk/m³, Bk/m². Sistemdən kənar vahidi 1mKu/q və emandır. Uyğun olaraq $3,7 \cdot 10^7$ Bk/kq, və $3,7 \cdot 10^3$ Bk/m³-a bərabərdir.

Nüvə fizikasında şüalanma enerjisində bərabər vahid kütlədə udulan enerjinin qiyməti götürülür. Buna şüalanmanın udulan dozası deyilir (şüalanma dərəcəsi) Bu beynəlxalq vahidlər sistemində qreyax (Qr-lə ölçülür; 1 Qr elə şüalanma dozasıdır ki, 1 kq kütləli maddə enerji udaraq 1Dc ionlaşdırıcı şüa buraxsın. $1Qr = 1Dc / kq = 10^7$ erq/kq = 10^2 rad (praktikada istifadə olunur). Adətən şüalanma dozasının qiyməti vahid zamanda qəbul olunan şüalanmadır, buna qəbul olunan dozanın gücü deyilir. Bunun vahidi olaraq bir saiyədə qrey qəbul olunub (Qr/s).

§93. RADIOAKTİV ELEMENLƏR AİLƏSİ

Kimyəvi lərdən eləsinə radioaktiv deyilir ki, həmin lərin bütün izotopları radioaktiv olsun. Bunlar həm təbii, həm də süni olur. Təbii radioaktiv lərə polonium (Po), astat (As), rodon (Rn), fransium (Fr), radium (Ra), uran (U) plutonium (Pu), aktinium (Ac), toriyum (Th), protaktinium (Pa) aiddir.

Radoaktiv izotop ardıcıl olaraq parçalanma məhsuludur. Uranın (U) bir neçə radioaktiv ailəsi məlumdur. (^{235}U) və torium (^{232}Th). Bu əcdad ailə lər üçün yarı parçalanma dövrü yerdəki lərin yaşları ilə müqayisə oluna bilən (təxminən 10 ildir), ara üzvlər üçün bu $2,5 \cdot 10^5$ ildən çox deyil. Aralıq izotopların yerdə olması daimi olaraq ilkin izotopdan çevrilmələr (parçalaimalar) nəticəsində əmələ gəlir, bunlar uran və torinin törəmələridir, bunları kimyəvi təmizləmə yolu ilə uran və tori filizlərindən alırlar. Radium uran (^{238}U) sırasına daxildir. Zəncirin ortasında radioaktiv çevrilmələr zamanı qaz əmələ gəlir Rn (T=3,82 sutka), Tn (T=54,4s) və An (T=3,92s). Radioaktiv çevrilmələr zamanı hər üçü radioaktiv ailə üçün parçalanma radioaktiv olmayan qurğuşun (Pb) inin yaranması ilə başa çatır. Təbii radioaktiv lərin izotopunu süni yolla da almaq olar.

Uran və plutoni inin vacib həyati əhəmiyyəti nüvə enerjisi almaq və ondan cəmiyyət üçün istifadə etməkdir.

Bir neçə kimyəvi mövcuddur ki, (kalium, rubidium, indium, lantan və s. bunlar radioaktiv sətıra daxil deyillər, ancaq sabit izotoplarla yanaşı ^{40}K , ^{87}Rb , ^{115}In , $^{138,1}\text{La}$, və s. təbii radioaktiv izotopludurlar.

§ 94. SÜXURLARIN VƏ FİLİZLƏRİN RADIOAKTİVLİYİ

Süxurların radioaktivliyi onun tərkibində radioaktiv lərin olması ilə əlaqədardır, xüsusilə uran, tori, aktini və kalium-4 ləri. Əgər radioaktiv lərin izotopları qamma şüaları buraxırsa, bunların içərisində alfa və betta şüalanmaları da mövcuddur. Uran, tori və kalium (^{40}K) izotoplar ailəsi buraxdığı qamma şüalarının enerjisinin qiymətinə görə fərqlənir, bu əlamətə görə şüalanma mənbələrini fərqləndirib tə'yin edirlər.

Süxurlar içərisində ən böyük radioaktivliyə filizlər malikdir, bu minerallar uranit, nasturan, torianit, torit, monasit, karbonatlar, sulfatlar, uranil sulfatı və s-dir. Süxurların aktivliyi tərkibində filiz əmələ gətirən mineralın miqdarı ilə təyin olunur.

Süxurlar içərisində ən çox radioaktivlik maqmatik süxurlardır, ilk növbədə turş süxurlar (leykokratlı qranit, biotitlər plaqioqranit -lər). Çökmə süxurlar demək olar ki, heç radioaktiv ola bilməz (anhidrid, gips, daş duz, kimyəvi əmələ gələn əhənk daşları, kvars, qum və s, ola bilər ki yüksək radioaktivliyə malik olsun. Axırncı gilli süxurlarla əlaqədardır: Gilliliyi çox olduqca radioaktivlik çox olur. Bu onunla izah olunur ki, gilli süxurlarda hissəciklərin xüsusi səthinin sahəsi böyükdür, bu da radioaktivləri adsorbsiya etməyə imkan verir. Ən böyük radioaktivliyi çökmə süxurlar içərisində çox kiçik ölçüyə malik dəniz killəridir (lillərdir). Bitum birləşmələri uranı xüsusilə də oksidləşmiş nefti yaxşı toplayır. Süxurların radioaktivliyini təbii sularla, yaxud da torpağın daxilindəki havanın radioaktivliyi ilə təyin edirlər. Torpağın daxilində olan havanın radioaktivliyi bunun altında yerləşən süxurun şüalandırdığı radon və toron qazının miqdarından asılıdır. Okeanın, dənizin suyu və çay suları demək olar ki, radioaktiv deyillər. Uran filizi yataqları ilə qonşuluqda olan, çay sularını, yeraltı suları, bir də xlorbarili və xlorkalsi növlü suları çıxmaq şərti ilə qalan sularda radon, radium və toron qazı həll olunur.

Sənaye zənginliyinə malik olmayan radioaktivlər saxlayan süxurların cəmləşdiyi yerdə kosmosdan gələn şüalar özləri ilə daima kvant gətirərək yerdə normal radioaktiv fon yaradır.

Radioaktiv anomaliya o zaman hesab olunur ki, anomaliyanın qiyməti normal fonun qiymətindən 3 dəfə çox olsun. Aeroüsuldan istifadə etdikdə kosmik şüaların yaratdığı təbii qamma aktivliyinin fonunu nəzərə almaq lazımdır. Bunu su hövzələrinin üzəri ilə, yaxud 600—700 m yüksəklikdən uçan zaman təyin edirlər.

§ 95. MADDƏLƏRLƏ NÜVƏ ŞÜALARININ QARŞILIQLI TƏSİRİ

Neytronun maddə ilə qarşılıqlı təsirdə olmasını onunla təyin etmək olur ki, bu hissəciklər elektrik yükünə malik deyil, ona görə də neytron istənilən nüvəyə, hətta ən ağır nüvələrə asanlıqla daxil olur. Neytron seli nüvəyə çatan kimi nüvə reaksiyası başlayır və buradan elastik və qeyri-elastik səpilmə radiasiya zəbti, nüvə parçalanması baş verir.

Elastiki və qeyri elastik səpilmə prosesində neytron öz enerjisinin çox hissəsini nüvəyə verir və bunun nəticəsində özünün hərəkət sürəti azalır.

Qeyri-elastik səpilmədə neytron nüvənin xarici orbitində hərəkət edir. Bu o zaman baş verir ki, nüvə çox ağır olsun, yəni D.İ.Mendeleyev cədvəlinin axırında yerləşən lərdir. Elastik səpilmə neytronun, nüvənin dərin qatlarında hərəkəti zamanı baş verir. Elastiki səpilmədə neytron öz enerjisini nüvəyə verir və hərəkət sürəti azalır, bu proses kiçik kütləli nüvələrdə baş verir. Öz enerjisini itirmiş neytron nüvə tərəfindən zəbt olunur (udulur, bunun nəticəsində nüvədə süni radioaktivlik həyəcanlanması başlayır; udulma prosesində qamma, kvant, proton, alfa hissəcik buraxılır, ən ağır nüvələrdə (uran, tori) neytronun təsiri ilə bölünmə prosesi başlaya bilər.

Beləliklə, neytron seli maddədən keçdikdə öz enerjisinin bir hissəsini itirərək sürətini azaldır və atomun nüvəsi tərəfindən neytronun bir hissəsi zəbt olunur. Selin yavaşması intensivliyi və yeni yaranan radiasiya şüalanması qiymətcə təyin oluna bilər, yəni ölçülə bilər.

Neytron mənbəyi olaraq çox hallarda təbii radioaktiv lərdən radium və berilliumun qarışığı (Ra-Be), polonium, berillium (Po- Be), plutoni və berillium (Pu-Be) və s. yaxud nüvə reaktorlarından istifadə edirlər. Mənbəyin növündən asılı olaraq neytronun enerjisi geniş həddə dəyişir. Enerji xüsusiyyətlərinə görə neytronlar böyük sürətli (0,5 MeV çox), orta sürətli (0.001- 0,5MeV), yavaş sürətli (0,001MeV az), rezonanslı (1-10 eV) istilik üzrə (0,05 eV), istilik (0025 eV) növlərə bölünürlər. Süxurları neytronlarla tədqiq edəndə çox hallarda sürətli neytronlardan istifadə edirlər. Neytronların

süxurlarda yavaşmasını yavaşma məsafəsi ilə qiymətləndirirlər L , bu, elə məsafədir ki, orada neytronun enerjisi müəyyən ədəd qədər azalır $(E_0/E_n)=\text{sonst}$. L kəmiyyəti süxurda yüngül lərin, birinci növbədə hidrogen saxlayan (su, neft, qaz) neytronların sürətini güclü azaltmaqla səciyyələnir.

Qamma kvantın maddələrlə qarşılıqlı təsirdə olması fotoelektrik udma (fotoeffekt), kompton səpilməsi, elektron cütünün yaranması, pozitron, flüresensiya şüalanması və s. kimi fiziki proseslərlə müşayiət olunur.

Fotelektrik udulma (fotoeffekt). Qamma kvant öz enerjisinin hamısını atomdan elektronun çıxmasına verir. Orbitdən çıxan elektron ətraf mühiti ionlaşdıraraq öz enerjisini verir və onun tərəfindən udulur.

Komton səpilmə qamma kvantların elektronlardan elastik səpilməsidir. Qamma kvant öz enerjisinin bir hissəsini elektrona verərək özünün düzxətli hərəkətindən kənara çıxır, həm udulma, həm də enerjinin səpilməsi prosesi baş verir. Atomdan vurulub çıxarılan elektron ətraf mühiti ionlaşdırır və atom tərəfindən udulur.

Elektron pozitron cütünün əmələ gəlməsi o zaman baş verir ki, böyük enerjili qamma kvant maddəyə təsir etsin. Qamma kvant nüvəyə düşərək öz enerjisini tam verərək nüvədən elektron və pozitronu vurub çıxarır, bu hissəciklər ətraf mühidə udulur.

Füleresensiya şüalanması (fotoelektron effekti). Bu proses yüksək enerjili qamma kvantın maddə ilə qarşılıqlı təsiri zamanı müşahidə olunur. Atomun nüvəsi böyük miqdarda enerji qəbul edərək həyəcanlanır və özündən neytron buraxmağa başlayır, eyni zamanda ikinci dəfə nüvədən istiqamətlənmiş tormozlanan qamma şüalanma əmələ gətirir.

Qamma kvantın maddə ilə qarşılıqlı təsirdə olmasının xüsusiyyəti qamma şüalanmanın energetik oblastının sərhədi ilə təyin olunur. Hər bir maddə üçün bu sərhədlər özünəməxsus qiymələrə malikdir, bir növ qarşılıqlı təsir üçün bu qiymətin ümumi hüdudu təxminən eynidir (9 cədvəl).

Qamma kvantın maddədə udulması və səpilməsi qamma şüalanmanın intensivliyinin azalmasına səbəb olur, buna xətti zəifləmə əmsalı deyilir və μ ilə işarə olunur, buna qamma şüalanmanın əsas kəmiyyəti deyilir: $I=I_0e^{-\mu d}$. Burada I_0 şüa dəstəsinin maddənin qatına çatdığı anda intensivliyi, d layın qalınlığı (qamma şüanın maddə daxilində yayılmasının dalğa uzunluğudur). I şüanın maddədən çıxanda intensivliyidir. Xətti zəifləmə əmsalı μ maddənin sıxlığı σ və D.İ.Mendeleyev cədvəlində göstərilən atom nömrəsi ilə mütənəsbdir.

Qamma şüalanma mənbəyi olaraq təbii və süni natrium (^{24}Na), kobalt (^{57}Co , ^{60}Co), sink (^{65}Zn), sürmə (^{124}Sb), sezium (^{137}Cs) və lərin izotopları istifadə olunur.

cədvəl 9

Elemn enlər	Fotoeffekt Əmələ gəlməsi üçün enerjinin aşağı sərhədi	Kompton səpilməsinin üstünlük təşkil etdiyi enerji hüdudu MeV	elektron-pozitron cütü yaranması üçün enerjinin aşağı sərhədi MeV
H	0,0001	0,0001-78,0	> 78,0
C	0,160	0 0,16-28,0	> 28,
O	0,0250	0.025-20,0	> 20,0
Al	0,0460	0,046-15,0	> 15,0
Fe	0,1100	0,11-9,5	> 9,5
Mo	0,1950	0,195-7,5	> 7,5
Pb	0,5000	0,50-5,0	> 5,0
U	0,5200	0,62-4,8	> 4,8

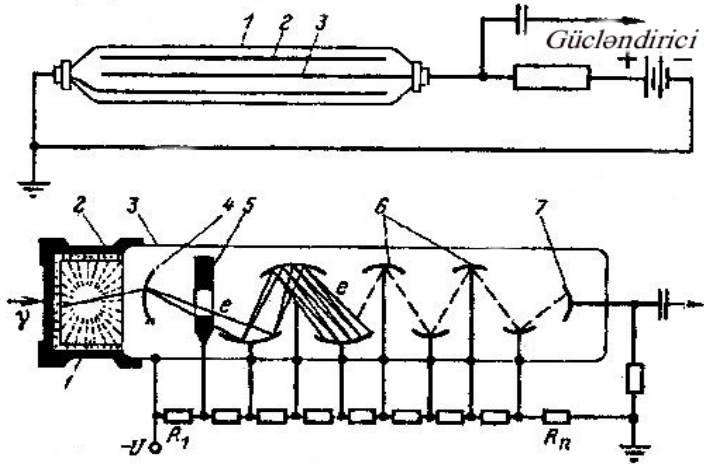
XXIV Fəsil

RADİOAKTİV ŞÜALANMALARINI ÖLÇMƏK ÜÇÜN CİHAZLAR VƏ LƏVAZİMATLAR

Radioaktiv izotoplar bunu əhatə edən mühiti ionlaşdırır, işıqlandırır və başqa hadisələrə səbəb olur. Bu hadisələri öyrənmək, qeyd etmək və radioaktiv şüalanmaları ölçmək üçün üsullar yaradılmışdır. Müasir radiometrik cihazlarda həssas kimi (detektor yaxud indikator) şüalanmaları qeyd etmək üçün qaz ionlaşma və lüminesent detektorlardan istifadə edirlər.

§ 96. Şüalanma detektorları(hesablayıcılar)

Qaz ionlaşma detektorları bu detektorlar ionlaşma cərəyanını (yaxud cərəyan impulsunu) ölçmək üçün düzədir, bu ionlaşma şüalanma ilə yaradılır. Nüvə geofizikasında əsasən qaz boşalmaları hesablayıcısından (detektorlardan) istifadə olunur, ionlaşma qamma kvant, betta hissəcikləri və neytronlarla baş verir və ionlaşma cərəyanları ölçülür. Hesablayıcı içi qaz qarışığı ilə dolu şüşə balondur (şəkil 93 a). Silindrin gövdəsi içəridən metalla örtülüb, iki başına



Şəkil 93. Detektorun sxemi. a-qazboşalmalı detektor; 1-balon; 2-katod; 3-anod; b-sisintilyasion detektor; 1-sisintilyator; 2-əksetdirici; 3-fotoelektron gücləndiricisi; 4-fotokatod; 5-fokuslayıcı dinod; 6-dinodlar; 7-anod.

birləşdirilmiş volfram sap balonun mərkəzindən keçir. Sap anod rolunu oynayır, balonun metallə örtülən daxili səthi katod rolunu oynayır. Katodun materialı poladdan, qrafitdən, nikeldən, volfram yaxud ixromdan olur. Balonun boşluğu qaz qarışığı ilə doldurulur, qazın tərkibi hesablayıcının hansı məqsəd üçün istifadə olunmasından asılıdır. Betta və qamma şüalanmalarını qeyd etmək üçün təsirsiz qazlardan (arqon neon) və izopentan buxarından istifadə edirlər. Neytronları qeyd etmək üçün balonun içi az təzyiqli altında üç ftorlu bordan, yaxud amorf bor qarışığı izotopundan istifadə olunur. Betta və qamma şüaları hesablayıcıdan keçərək balonun metallik səthindən elektronu ötürərək iona çevrilir və anoda, ya da katoda tərəf yönələrək, impuls gərginlik yaradır, boşalma baş verir. Ölçmə qurğusuna daxil olan impuls cərəyanının miqdarı radioaktiv şüalanmanın intensivliyi ilə mütənasibdir.

Hesablayıcının elektroduna çatan ionların sayının radioaktiv hissəciklərinin təsirinə yaranan ümumi ionların sayına olan nisbətində qaz gücləndirici əmsalı deyildir (QGƏ). $QGƏ \approx 10^3$ bu qiymətində anoda toplanan ionların (elektron) sayı ümumionlarla mütənasiblik

təşkil edir. Göstərilən rejimdə işləyən hesablayıcılara mütənasiblik hesablayıcıları deyilir. Bunları rentqen radiometrik cihazlarında istifadə edirlər.

Qaz boşalmaları hesablayıcılarının səmərəliliyi faizlə təyin olunur

$$\varepsilon = I_{\text{qeyd}} / I_0 \%$$

yəni hesablayıcıda qeyd olunan ionların yaxud kvantların ümumi ionların sayı yaxud kvantların sayına olan nisbətində bərabərdir.

Qaz boşalmaları hesablayıcılarının səmərəliliyi 2—3 % təşkil edir. O, qəbul olunan şüalanmanın enerjisindən və katodun materialından asılıdır.

Radio lüminisent detektorları. Bu, element iki dən ibarətdir: sisintilyator yaxud lüminaför və fotoelektron gücləndirici (şəkil 91b). Lüminaför özünü detektor kimi aparır. Bu müxtəlif metaldan olan monokristal radio şüalanma nəticəsində işıq saçmağa başlayır. Qamma-şüalanmanı qeyd etmək üçün yodlu natrium, yaxud yodlu sezium, aktivləşdirilmiş talleum NaI(Tl) , Cs(Tl) monokristalından istifadə olunur. Neytronları yodlu litium LiI(T) sisintilyatorları ilə qeyd edirlər.

Sisintilyasiyanın qeydiyyatı fotoelektron gücləndiriciləri vasitəsi ilə həyata keçirilir və onları elektrik impulsuna çevirir. Lüminafordan işıq kvantları fotokatoda düşür və oradan elektronları e-ni vurub çıxarır. Fotokatodu enerji mənbəyinə qoşmaqla yaranan elektrik sahəsi fotokatoddan vurulub çıxarılan elektronları sürətləndirir, fokuslayıcı dinodun diafraqmasından keçərək fotoelektron gücləndiricisinin birinci dinoduna yönəlir, sonra ikinci dinoda və s. Neçə ki, anoda düşməyib.

Yol boyu elektron seli ikinci elektron emisiyası hesabına gücünü artırır, bu artım R_1 - R_n bölgüsünün köməyi ilə dinodda yaranan potensiallar fərqi təzyiği altında əmələ gəlir. Fotoelektron gücləndiricisində dinodların sayı müxtəlifdir. Bunun nəticəsində bir hissəciyin yaxud bir kvantın hesabına F.E.G-nin anodunda şüalanma nəticəsində gərginliyin artımı sıçrayışla baş verir və sonra ölçmə

qurğuları ilə qəbul olunur. İmpulsun gərginliyinin amplitudu lüminofora daxil olan şüalanmanın enerjisi ilə mütənasibdir.

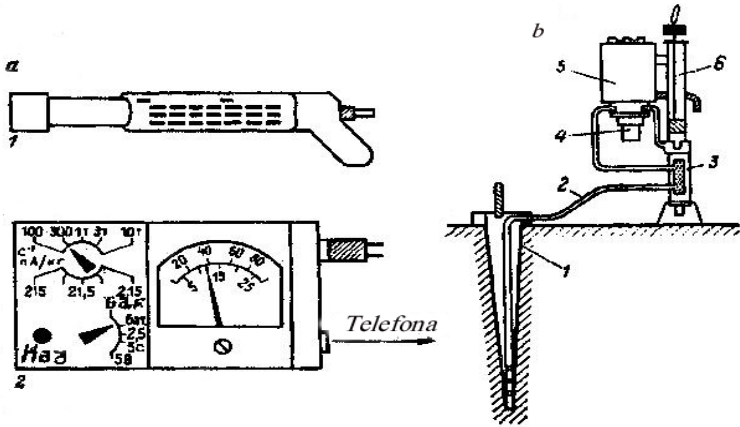
Sisintilyasiya hesablayıcısı (detektor) elektronları e qəbul etməkdə çox əhəmiyyətlidir 20-50 %-ə çatır. Bu detektorun çatışmayan cəhəti ətraf mühitin temperaturu dəyişdikdə onun da xarakteristikasının dəyişməsidir.

§97. ÇÖL RADIOMETRİK CİHAZLARI

Radiometrik cihazlar radioaktiv şüalanmalar selinin ölçülməsi, şüalanmanın enerji spektrinin tə'yini və qazların radioaktivliyinin öyrənilməsində istifadə olunur. Buna uyğun xüsusi cihazlar var ki, onlara radiometrlər, spektrometrlər, emanometrlər deyilir. Əksər cihazlarda prinsipial sxem eynidir. Bu detektor (indikator) gücləndirici kaskadlar, indikatorun impulsunun gücləndiricisi, formalaşdırıcı kaskad, impulslara düzbucaqlı forma vermək üçün inteqral özək, vahid zamandakı impulsların sayı ilə mütənasib olan impulsları ardıcıl olaraq sabit cərəyana çeviricidən ibarətdir. Bütün cihazlarda impulsları qeyd etmək üçün xüsusi hesablayıcılardan istifadə edirlər, bu cihaz hesablama sxeminə qoşulur və siqnallara telefonla qulaq asılır. Cihazda detektor rolunu qaz boşalması oynayır, çox hallarda sisintilyasion hesablayıcılardan istifadə olunur.

Çöl radiometrləri, süxurlarda təbii radioaktivliyi ölçmək üçün istifadə olunur. Bunlar əldə gəzdirilən iki kompakt blokdan ibarətdir. Bu bloklar naqillərlə bir-biri ilə birləşdirilir (şəkil 954a): zond-detektor və idarəetmə orqanından ibarətdir. Zondda qamma şüalanmanı qeyd edən sisintilyasiya hesablayıcısı. F.E.G., yerləşdirilir, enerji mənbəyi, qeyd etmə, gücləndirici və elektron sxemləri idarə etmə blokunda yerləşdirilir. İdarə etmə blokunun üzərinə əqrəbli qeydedici cihaz və cihazı idarə etmək üçün açarlar çıxarılmışdır. Qutunun yan tərəfində telefon qoşmaq üçün yuvacıq qoyulmuşdur. Zond detektorda rahat olmaq üçün tutacaq qoyulmuşdur və zondun uzunluğunu artırıb azaltmaq üçün düyməcik qoyulub.

Radioaktiv anomaliyaları axtarmaq üçün əsasən SRP_68-01, SRP-68-02, SRP-68-03 radiometrlərindən istifadə edilir.



Şəkil 94. Radiometrik cihazlar a-radiometr SRP-68-01; 1-dalğa tutan qurğu; 2-qurğunu idarə etmək üçün üzərinə əməliyyat dəstəkləri yığılmış qutu; b-emmanometr EM-6 işləmə vəziyyətində; 1-nümunə götürən; 2-torpaqdan çıxan qazın ionlaşma kamerasına vermək üçün rezin boru; 3-toz tutanın quruducusu; 4-ionlaşma kamerası; 5- sisintilyasiya hesablayıcı ölçmə qurğusu; 6-nasos.

XXV Fəsil

ÇÖL VƏ LABORATORİYA İŞLƏRİ ÜSULLARI

Nüvə qeofiziki üsul (çöl və laboratoriya) öyrənilən radioaktiv sahələr və radioaktiv şüalanma mənbələri növlərinə görə şö'bələrə bölünür.

Radiometrik üsullar içərisində təbii radioaktivliyi ölçmək üçün geniş istifadə olunanı çöl qamma üsuludur, çünki qamma şüaları böyük keçicilik xassəsinə malikdir. Qamma üsulla bütün radioaktiv izotopların cəm qamma şüalanmaları qeyd olunur, yaxud hər bir uran, tori, kali enerji spektrlərinə görə ayrıca təyin olunur.

Emanasion üsul torpaqaltı radon, toron və aktini qazlarında alfa şüalanmalarını ölçmək üçün istifadə olunur. Bu işlər həm çöldə, həm də laboratoriya şəraitində aparılır.

Nüvə fizikası üsulu süni şüalanma mənbələrindən istifadə edərək süxurların maddi tərkibini və fiziki xassələrini öyrənir. Bu əsasən iki növə bölünür: 1 -qamma üsulu qamma kvantla şüalandıqdan sonra ikinci şüalanmanı qeyd etməklə öyrənir, 2- neytron üsulu isə süxurların neytron şüalanmasına reaksiyasını öyrənməklə məşğuldur.

§ 98. ÇÖL RADIOMETRİK ÜSULU

Radiometrik üsul süxurların geoloji və geokimyəvi xəritəyə alınmasında, radioaktiv lərin kəşfiyyatında və axtarışında, eyni zamanda radioaktivliyi olmayan elementlərin axtarışında geniş istifadə olunur. Məqsədindən asılı olaraq aparılan işlərin miqyası təyin olunur.

Axtarış planalma işləri 1:200.000, 1:10.000 miqyasında aşkar olunmuş yataqların kəşfiyyatında da böyük miqyaslı planaalma işləri aparılır. Yolüstü radiometrik kəşfiyyat işləri geoloji və geofiziki işləri aparmaq üçün seçilmiş miqyasda aparılır. Radioaktiv planalma işlərinin növləri birinci növbədə torpaq layın qalınlığından və onun tərkibindən asılı olaraq seçilir. Radiometrik üsula piyada, maşınla, dərinliyə görə (quyularda, xəndəklərdə, havada, dənizdə) qamma planalma, emanasiya planalma və süxurların radiometrik öyrənilmələri aiddir.Ən çox piyada qamma planaalma üsulundan istifadə olunur. Bu üsulun köməyi ilə yataqların kəşfiyyat axtarışı, istənilən iqlim şəraiti və geomorfoloji şəraitin geoloji xəritəyə alınması və s həyata keçirilir.

Piyada qamma planalmada cihazlar istismar təlimatına uyğun etalonlanır, cihazın çirklənməsindən və kosmik şüaların hesabına yaranan qalq fon təyin edirlər. Piyada qamma planalma SRP-68-01 radiometri ilə aparılır. Planalma işinə başlamamışdan qabaq cihaz qalq fonun dərinliyini suyun səthindən 1m dərinlikdə ölçmələr aparmaqla yaxud qurğuşun ekranın köməyi ilə təyin edilir. Piyada qamma planalmamı başqa geoloji və geofiziki işlərlə yanaşı aparmaq

olar. Bu işlər tək də aparıla bilər, açıq ərazilərə bu planalmanın miqyası 1:200.000- 1:10.000 ya marşrutla, ya da əvvəlcədən seçilmiş profil üzrə aparılır. Ölçmə işləri aparılan nöqtələr arasında məsafə 5—50 m götürülür. Planalma vaxtı həmişə telefonda impulsun tezliyinə qulaq asmaq lazımdır, bu zaman zondun gilizini yerdən 5—10 sm yuxarıda tutmaq lazımdır. Ölçmə nöqtəsində və tezliyin anaomal artma nöqtəsində gilzi 0,5-1 dəqiqə Yer in səthinə çıxaraq ölçmə işi aparılır, əqrəbli cihazdan göstərilən qiymət yazılır. Anomal nöqtə qeyd olunduqda əlavə ölçmə işləri aparılır və radioaktivliyi ən böyük olan nöqtələr qeyd olunur. Həmin ərazidən böyük radioaktivlikli nümunə axtarılıb götürülür. Anomaliyanın ölçülərini təyin etmək üçün əlavə marşrut seçilir və ölçmə işləri aparılır.

Cihazın sabit iş rejimi səhər və axşam nəzarət məntəqəsində iş etalonu ^{60}Co və etalonsuz yoxlanılır. Nəzarət məntəqəsi dəstənin dayandığı Yerə yaxın sahədə radioaktivliyin normal olduğu yerdə seçilir, yəni özüllü süxurların üzə çıxdığı və radioaktiv mineralın olmadığı yerdə seçilməlidir.

Qammaplanalmada nəticələrin qiymətləndirilməsi aşağıdakı mərhələlərdə aparılır: 1. orta kvadratik xətanın hesablanması, 2. Qalıq fon üçün düzəliş verilməsi və intensivliyin qiymətinin ölçülməsi $I_{\gamma} = I_{\text{ölç}} - I_{\text{f}}$, 3. Ölçmələrin qrafiki təsviri. Ölçmələrin qiymələri geoloji əsasda çəkilmiş radiometrik xəritədə qeyd edilir. Marşrutlarda planalmanı dairəyə alırlar, ya da rəngləyir, yaxud da dairənin içi karandaşla cızılır. Anomaliya ayrılan ərazidə təkrar olaraq spektrometrlə əlavə müşahidələr aparılır.

Qamma spektrometrik üsul. Bu üsuldan adətən dəqiq işlər zamanı istifadə olunur. Müşahidələr əvvəlcədən seçilmiş ərazilərdə aparılır. Profillər anomaliyanın böyük oxuna perpendikulyar seçilir. Müşahidə məntəqəsində sahəsi 1m^2 olan açıq sahə seçilir. Cihaz işə başlamazdan yarım saat qabaq işə salınır. Hər bir müşahidə məntəqəsində cihazın gücləndiricisinə etalonla düzəliş verilir. Sonra süxurun aktivliyi seçilmiş iş intervalında ölçülür, bu cihazın üzərində qoyulmuş çar vasitəsilə aparılır, bu üç kanaldan ibarətdir-kali, uran və radium. Uranın, torinin və kaliumun süxurun tərkibindəki

zənginliyini işçi düsturla hesablayırlar bu formula spektrometri dərəcələdikdə tapılır. Həcmi böyük olmayan işləri əllə nomogramlarla hesablayırlar. Açıqlıqda yataqlar təbii şəraitdən asılı olaraq başqa süxurlarla üstü örtülü olur, bəzən anomaliyaların üstündə intensivlik zəif olur, adi qamma planalma ilə də qeyd olunmur. Belə halda kiçik ölçülü dəlik qamma planalmadan yaxud da dərin quyulardan istifadə olunur.

Dəlik (şpur) qamma planalınma. Axtarış SRP-68-03 və ŞQ-25 patronu ilə aparılır. Dəliyin dərinliyi 0,8-1 m olur, bunu əl ilə linglə qazırlar. Əgər torpaq qatı 3 m- dən çox olduqda dərin quyu axtarışı tamamilə üstü bağlı iki yarusla malik olan sahələrdə tətbiq olunur, alt yarus qədim süxurlardan təşkil olunub, üst yarus daha cavan süxurlarla təqdim olunur, bir qayda olaraq üst yarus üfüqi yatır. Mədən ola bilsin aşağıdakı struktur quruluşu malik olan yarusda aşkar olunsun. Bunun üçün ya dərin dəlik, quyu yaxud da geniş sahəli yeraltı tunel açılır. Bu dəliklər məhsuldar qatla kəşifənə kimi davam etdirilir.

Emanasyon planalma dəqiq işlər aparılarda üstü qalın (10 metr) məsələli gəlmə torpaqla örtülən ərazilərdə irimiqyaslı xəritələrdə istifadə olunur. Emanasyon planalmanın dərinliyi qamma planalmanın dərinliyindən xeyli çox olur, bu eyni zamanda torpaq qatına qazın diffuziyasından asılıdır. Qazın diffuziyası o yerdə ən böyük qiymətə malik olur ki, orada torpaq həm quru, həm də çox məsələli olsun, digər tərəfdən torpaq məsələsiz olanda, nəmliyi çox olanda və torpaq donmuş olanda qaz diffuziyası zəif olur. Ölçmə işləri ayrı ayrı profillərdə aparılır. Ölçmə məntəqələri arasındakı məsafə bir-birindən 0-10 metr aralıda olur, profillər arasındakı məsafə 5-100 metr olmalıdır. Müşahidə məntəqəsində operator 1m dərinliyinə qədər dəlik qazır, oraya nümunə gətirmək üçün xüsusi hazırlanmış nümunə götürən salır (zond) sonra operator cihazı həmin nöqtəyə qoyub təbii radioaktiv fonu kamerada ölçür, sonra kameraya torpaqdan çıxan qazı doldurub klapanı bağlayır və ölçmənin nəticələrini cihazın göstəricisindən götürür. Hər 10-15 nöqtədən bir normal sahədə və anomal nöqtədə 15-60 saniyə iki

ölçmə işi aparır. Bu toron və radonun zənginliyini havada ayrıca təyin etməyə imkan verir ($T_{\frac{1}{2}}=3,82$ sutkada) rado, ($T_{\frac{1}{2}}=54,5$ saniyə)

toron anomaliyanın həddlərində bir neçə nöqtədə 5-3 dəqiqə ərzində qazın zənginliyini təyin edirlər, bu da ölçmənin dəqiqliyini artırır. Anomal nöqtələrdə təkrar ölçmə işləri ümumi ölçülən işlərin 5—10%-ni təşkil etməlidir. Bunu başqa dəstə aparır. Gündə üç dəfə nəzarət məntəqəsində hesablaşma aparmaq üçün nümunələr götürülür. Emanasyon planalmanın nəticələrini hesablaşmaq üçün götürülən bölgülərlə ölçülmüş qiymət emanasiya zənginliyinə çevrilir Bk/m^3 . Emanasyonun ümumi zənginliyi hesablanır, sonra isə ayrılıqda radon və toronun zənginliyi hesablanır.

$$C_{Rn+Tn=n_{15s}} \quad C_{Rn}=1,6(n_{60s}-0,5n_{15s})K; \quad C_{Tn}=n_{15s}K-C_{Rn}$$

$$C_{Rn}=0,88(n_{3min}-0,1n_{15s})K; \quad C_{Tn}=n_{15s}K-C_{Rn}$$

Burada $C_{Rn} + C_{Tn}$, C_{Tn} , C_{Rn} radon R_n və toronun T_n qazda ümumi zənginliyidir n_{15c} , n_{60c} , $n_{3dəq}$ cihazdan 15s 60s və 3 dəqiqədə götürülən bölgülərin sayıdır. K isə 1 bölgünün emanasiyadan sonrakı qiymətidir. Alfa hissəciklərin təsirindən sonra əmələ gələn impulsların sayını qeyd edən üsula elektron alfimetriya deyilir və silisiumlu detektorlara əsaslanıb. Bu üsul emanasiyaya görə həm də dərinliyə görə böyük həssaslığa malikdir.

Radiohidrogeoloji planalma uran, tori və radonun suda parıltılı şüalanma qabiliyyətinə malik olmasına əsaslanır və uran yataqlarının axtarışında istifadə olunur. Planalmanın məqsədi yeraltı, lay və yerüstü sulardan götürülən nümunələrdə hansı radioaktivliyin olmasını təyin etməkdən ibarətdir. Suda mexaniki qarışıq olmamalıdır (suda tarazlıqda olan hissəciklər, suda həll olunmuş izotoplar, o cümlədən uran radium elementlərini özlərinə adsorbsiya edən). Nümunələr ağız bağlanan təmiz qablarda götürülür, qabların ağız parafin yaxud surqucla möhkəmləndirilir. Süxurların çatlarından çıxan, böyük təzyiqli qazlı sular, özüllü süxurların içindən çıxan sular tədqiqat üçün böyük maraq kəsb edir.

EM-6M və EM-6P emonometrlərin köməyi ilə laboratoriyada su buxarlarında radium və radonun zənginliyini təyin edir. Su

nümunəsini kip bağlanan barboterə tökür, bir neçə sutka saxlayırlar ki, radon qazı toplansın. Yığılan radon qazını emanometrin ölçmə kamerasına keçirirlər, kranı bağlayıb üç saat gözləyirlər. Kameranın divarlarında lüminisensiya yaradan alfa hissəciklərin miqdarı üç saat ərzində 27 dəfə artır, uyğun olaraq emanometrin göstərişi də bir o qədər artır. Nümunədə radonun miqdarı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$Q_{Rn} = n_{3\text{saat}} K/2,7;$$

$N_{3\text{saat}}$ radonu kameraya verilən vaxtdakı qiyməti ilə üç saatdan sonra göstərdiyi qiymət arasındakı fərqdır. K emanotorun bir bölgüsünün qiymətidir. Nümunədə radonun zənginliyinin təyin olunma anı aşağıdakı düstur ilə hesablanır.

$$C_{Rn} = Q_{Rn}/V_n$$

burada, V_n -ölçülən suyun həcmidir.

Radonun zənginliyini mənbədən götürülən su nümunəsinin götürmə anında təyin etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edirlər.

$$C_{0Rn} = C_{Rn}/e^{-\lambda\Delta t}$$

t nümunə götürülən andan ölçmə anına qədər olan vaxtdır, saatlarla λ radonun parçalanma sabitidir, radiumun miqdarını su nümunəsində radon emanasiyasının miqdarına əsasən təyin edirlər:

$$Q_{Rn} = \frac{Q_{Rn}}{1 - e^{-\lambda t}} 10^{10} = \frac{K n_{3\text{saat}} V_k}{2,7(1 - e^{-\lambda t})}$$

V_k - emanatorda kameranın həcmidir. t barbatorda radonun yığılması üçün sərf olunan vaxtdır. λ radonun parçalanma sabitidir Radiumun zənginliyini nümunədə asanlıqla Q_{Rn} nümunənin həcminə bölməklə V_n almaq olur.

Geofiziki və geoloji məlumatları tədqiq etmək üçün anomal sahələrdə ya dağ mədən işləri, ya da quyu qazma planlaşdırılır. Mədən işlərində üstü açılmış süxurların radioaktivliyi qamma planalma cihazları ilə öyrənilir. Datçiki tunelin divarlarında gəzdirməklə müxtəlif tezlik impulsar telefonda qulaq asırlar. Ölçmələrin nəticələrinə cihazı əhatə edən süxurların təsirini yox etmək üçün datçikin üstünə qurğuşun ekran geyindirilir. Anomaliya

aşkar edilən kimi ölçmə nöqtələri arasındakı məsafə 10-20 sm sıxlaşdırılır. Nəticələr jurnala yazılır. Quyularda isə qamma karataj işi aparılır (XXIII fəsilə bax).

§ 99. GEOLOJİ MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİNDƏ RADIOMETRİK ÜSULUN TƏTBİQİ

Süxurların radioaktivliyi haqda məlumat çoxlu geoloji məsələlərin həll edilməsinə imkan verir: Bunlar aşağıdakılardır: geoloji sərhədlərin xəritəyə alınması, tektonik pozulmaların izlənməsi, süxurların litoloji tərkibinə görə tiplərə ayrılması və s. radioaktiv və qeyri-radioaktiv faydalı qazıntıların axtarışdır. Radiometrik üsulun üstün cəhələri ondan ibarətdir ki, tədqiqat zamanı çox tez məlumat almaq olur, az xərc çəkilir, eyni zamanda üstü torpaqla örtülmüş ərazidə, su hövzələrində (çay, göl, dənizin sahillərində) planalma işləri aparmağa imkan verir. Radiometrik üsullara piyada və aeroqamma planalma süxurların radioaktiv elementlərin təbəqələri ilə təmasda olduğu yerləri təyin etməyə imkan verir. Məsələn, yüksək radioaktivliyə malik olan turş vulkanik süxurlar, gil, gilli şislər, kömürlü şislər və s. süxurlar, radioaktivliyi az olan süxurlar arasında yaxşı aşkar olunur və xəritəyə alınır. Tektonik pozulmuş sərhədlərdə (qırılıb dağılmış, çatlı qalxma və düşmə) karstın əmələ gələn yeri radonu yaxşı keçirir, çox hallarda yeraltı suların bu hissədə dövr etməsi müşahidə olunur, bu hissə radioaktiv izotoplarla zənginləşir. Belə ərazilər emanasyon planalma ilə yaxşı aşkar edilir.

Radiometrik üsul eyni zamanda radioaktiv olmayan faydalı qazıntıların axtarışında istifadə olunur; bunlardan neft, qaz, fosforit, kalium duzu, səpələnmiş titan yataqları və s. göstərmək olar. Bunların başqa süxurlar içərisində yayılmasını aşkar etmək üçün bunlar üzərində radioaktiv fonun azalıb çoxalmasını müəyyən etməklə öyrənirlər. Məsələn, nadir torpaq elementlərinin peqmatitlə əlaqədar olması qamma üsulla və emanasyon planalma ilə aşkar edilir. Çünki hematilərdə həmişə radioaktivlər olur. Nəhayət, radiometrik üsul uran və tori filizlərinin axtarışında ən əsaslarındanır.

§ 100.SÜXURLARIN NÜVƏ FİZİKASI ÜSULLARI İLƏ TƏDQIQI

Nüvə fizikası üsulu qeyri-radioaktiv filiz və süxurların tərkibində kimyəvi elyementləri təyin etməyə imkan verir. Üsulun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, süxurların üstü açıq olan yerdə, dağ mädən işləri aparılan yerdə quyularda, qayalardan qırılmış kütlələrdə heç bir mürəkkəb kimyəvi laboratoriya işi, hesablamalar aparmadan dəqiqliyinə görə geri qalmayan nüvə fizikası üsulu kimyəvi elementləri təyin etməyə imkan verir. Əvvəldə deyildiyi kimi, nüvə fizikası üsulunda süxurlar qamma şüaları (qamma üsulu) və neytronlarla, (neytron üsulu) şüalandırılır. Hər iki növ şüalanma özlərinə bir neçə üsul birləşdirir, üsullar bir-birindən qeyd olunan ikinci şüalanmaların qəbuluna görə fərqlənilir.

Qamma-qamma üsulu süxurlardan səpilən qamma şüalarının enerjisinin 0,1-2 Mev qədər glçülməsinə əsaslanıb. Qamma kvantın maddədə ilə qarşılıqlı təsirdə olmasının əsas növü komton effekti (səpilməsi) və fotoeffektdir. Əgər süxur qamma kvantla süalanırsa və süalanma enerjisi 2-MeV-dən azdırsa, onda maddədə komton səpilməsi üstünlük təşkil edir. Səpilən qamma kvantın intensivliyi (I_{γ}) mənəbdən 20 sm-dən artıq məsafədə ətraf süxurların sıxlığı ilə tərs mütənasibdir. Sıxlıq qamma-qamma üsulu bu hadisəyə əsaslanıbdır. Ölçmə işləri aparmaq üçün sıxlıq ölçən cihazlar buraxılır. UQQP-1 cihazı sıxlığı 1,2-dən 4,5 q/sm³ hüdudunda və cihaz PQP-2 isə sıxlığı 1-dən 2,3q/sm³ qədər təyin edir. Sıxlıq ölçəndə qamma kvant mənəbəyi olaraq ¹³⁷Cs və ⁶⁰Co izotopundan istifadə olunur, burada detektor-qaz boşalması və sisintilyasiya hesablayıcılarından istifadə olunur.

Süxurlar enerjisi 0,5 MeV olan qamma kvantla şüalandıqda qamma kvantla mühit arasında qarşılıqlı təsir fotoelektrik udma prosesi yaranır. Udulmanın intensivliyinin I_{γ} qamma şüalarının zəifləmə əmsalını təyin etməyə imkan verir, bu da elementin atom nömrəsi Z ilə mütənasibdir. Süxurlar daxilində olan kimyəvi elementlərin sıxlığına görə təbəqələşməyə o vaxt məruz qalır ki,

bunun tərkibində az da olsa ağır elementlərdən olsun (dəmir, civə qurğuşun, volfram və s.). Bununla əlaqədar odaraq zəif enerjili qamma kvantla şüalanma süxurun tərkibində bu elementlərin təyin olunması üçün istifadə olunur, bunu həm laboratoriyada, həm də təbii şəraitdə aparmaq olar. Bu üsul qamma-qamma üsulunun seçmə qabiliyyətli növü adlanır. Bu cihazda qamma kvantın mənbəyi olaraq ^{203}Hg ^{170}Tm ^{60}Co ^{75}Sn izotopundan istifadə olunur, detektorlarda isə sisintilyasiya hesablayıcısı istifadə olunur. Qamma kvantın mənbəyi hər növ filiz üçün ayrıca seçilir, ona görə ki, bu halda cihazın həssaslığı çox yüksək olur. Qəbul olunub ki, eyni zamanda iki qamma kvant mənbəyindən istifadə edilsin, bu mənbələr bir-birindən müəyyən məsafədə yerləşdirilir, bu imkan verir ki, süxurların sıxlığını qarşılıqlı əvəz etsin (tarazlaşdırsın). Bununla atom nömrəsi 80 və ondan yuxarı olan elementləri süxurun tərkibində böyük dəqiqliklə təyin etmək mümkün olur. Təcrübədə ölçü işlərini seriyalarla buraxılan SRS-3 radiometri ilə aparırlar. Yumşaq qamma şüalaima (enerjisi 0,1 MeV-dən az olan) mənbələri süxurlarda özünəməxsus rentgen şüalanması şəklində cavb reaksiyası yaradır. Həm də özünəməxsus enerji spektrinə malikdir. Buna uyğun xarakterik şüalanma, ii atomunun parametrlərindən asılıdır. Rentgen radiometrik üsul bu xüsusiyyətlərə əsaslanıb və bir çox i (molibden elementi sink, qalay və s) təyin etməyə imkan verir Bu ölçmələri həm çöldə, həm də laboratoriya şəraitində aparmaq mümkündür. Üsulun dərinliyə nüfuz etməsi çox kiçikdir (millimetrin hissəsindən 1-sm-ə qədərdir). Bu cəhət qarşıya çıxan müxtəlif maneələri nəzərə almağa çağırır.

Enerjisi 1,6-2,1 MeV sərt qamma şüaları ilə təsir etdikdə berilliumin (^9Be) və deytərinin (^2H) nüvəsində neytron seli əmələ gəlir. Başqa elementlərin neytron buraxması üçün qamma şüalanma zamanı böyük enerji tələb olunur 6 MeV bu çox çətin alınan enerjidir.

Neytron üsulları Metodun çox tərəfliliyi onunla izah olunur ki, müxtəlif enerjili neytronlarla şüalandırıldıqda müxtəlif əks təsir

reaksiyası baş verir, təsirin davam etmə müddəti müxtəlif olur, yeni yaranan radioaktivlik müxtəlif parametərə malik olur.

Neytron aktivləşmə üsulu süxurların neytron seli ilə şüalanmasına əsaslanıb. Bu halda neytron seli şüalanan süxurun atomlarının nüvəsi həyəcanlanır, İkinci şüalanma baş verir, Süxura daxil olan elementin aktivləşmə qabiliyyəti aktivləşmənin en kəsiyinin qiymətindən asılıdır (§ 78 bax). Şüalanan mühitdə fəallaşmış nüvələrin sayı N , neytron selinin sıxlığı F , şüalanma müddəti t , yeni yaranmış izotopun parçalanma sabiti $\lambda = \ln 2 / T_{\gamma 2}$ və aktivləşən nüvənin sayı N_0 -la mütənasibdir:

$$N = N_0 \sigma_a F / (1 - e^{-\lambda t})$$

N_0 qiyməti tədqiq olunan süxurla elementin miqdarı və yeni yaranan radioaktiv izotopun zənginliyi ilə mütənasibdir. Zamana görə yeni yaranan radioaktivliyin intensivliyi aşağıdakı qanun üzrə dəyişir.

$$I_{\gamma n}^{(t)} = I_0 e^{-\lambda t}$$

I_0 şüalaimanın sonunda yeni yaranan radioaktivliyin intensivliyidir. $N_{\gamma}(t)$ şüalanmanın sonundan müəyyən vaxt keçdikdən sonra radioaktivliyin intensivliyidir.

Müxtəlif zamanlarda ölçülən $I_{\gamma n}$ üçün yarı loqarifmik miqyasda qurulan qrafik düz xətt verir, meylik bucağı parçalanma sabitinə bərabərdir, bu, müəyyən i təsvir edir, $t=0$ olan halda $I_{\gamma n}$ oxunu kəsən parça biza yeni əmələ gələn radioaktivliyin intensivliyini I_0 verəcəkdir. Bunun köməyi ilə süxurun tərkibində olan elementlərin miqdarını hesablamaq olar.

Çoxkomponentli mühit üçün $I_{\gamma n} = f(t)$ qrafiki daha mürəkkəb şəkli malik olur və süxurun tərkibində elementləri keyfiyyətcə səciiyələndirir. Sürətli neytron mənbəyindən mühitə daxil olan neytronların mühitdən keçdikdən sonra alınan yavaşayan neytronlar selinin qeyd olunmasına əsaslanan üsula neytron-neytron üsulu deyilir (NNÜ). Neytronların istilik enerjisinə çevrilməsinə qədər yavaşması süxurun tərkibində olan hidrogen birləşmələrindən və

neytronları tuta bilən böyük en kəsiyinə malik olan elementlərin olmasından asılıdır. Buna görə də bu üsuldən torpağın süxurların nəmliyini, məsaməliyini, yüksək en kəsikli istilik neytronlarını zəbt etmə qabiliyyətli elementləri təyin etmək üçün istifadə olunur.

Neytron-qamma üsulu Neytron şüalanmasından sonra ikinci yaranan qamma şüalanmanın intensivliyinin ölçülməsinə əsaslanıb. Qamma-şüalanmanın intensivliyi neytronun udulmasından və yavaşımından asılıdır. Nə qədər udulma çoxdursa, bir o qədər də ikinci şüalanmanın intensivliyi çox olar.

Neytron-neutron və neytron qamma üsullarından çox hallarda birgə istifadə olunur, çünki burada bir şüalanma mənbəyindən istifadə olunur və eyni zamanda həm ikinci neytronları, həm də qamma şüalanmalarını qeyd edirlər.

§ 101. LABORATORİYA ÜSULU İLƏ NÜMUNƏLƏRDƏ ELEMENTLƏRİN TƏHLİLİ

Nüvə-geofiziki laboratoriya üsulu və radiometrik nüvə-fiziki üsulu bura daxildir. Bu üsul laboratoriyada nümunələrin maddi tərkibini təyin etmək üçün istifadə olunur. Nümunələr bütün axtarış, qazıntı kəşfiyyat istisimar yerlərindən götürülür. Tərkibinə görə nümunələr köklü süxurlardan, filizlərdən, yaxud başqa çöküntülərdən götürülür, Eyni zamanda qaz yaxud su da ola bilər. Bunları kəsilişlərdən, dağ mədən istehsal yerlərindən, quyulardan və torpaq qatından götürürlər. Nüvə-geofiziki təhlili zamanı götürülən bərk nümunələrdə kimyəvi elementlərin zənginliyini və izotopunun aktivliyinin təyini etalonun aktivliyi ilə müqayisə olunaraq aşkar edilir, bu etalonda bizi maraqlandıran elementin tərkibi məlum olmalıdır. Tədqiq olunan və etalonda olan elementlərin sıxlığı, tərkibi və ölçüləri yaxın olmalıdır.

Radiometrik üsulların təhlili. Bu üsul bərk süxurlarda suda, havada, uran, radium və toriumun zənginliyini təyin etmək üçün istifadə olunur.

Çoxlu miqdarda radioaktiv elementlərdən təşkil olunmuş nümunələrdə bu ləri təyin etmək üçün qamma-elektrometrik üsul çox əlverişlidir.

Məsələn, uran, torium, radium və kaliumun izotopları üçün elektrometrlə qamma şüalanmanın dörd enerji həddində intensivliyini təyin etmək olur. Bu dörd üçün dörd sistem tənlik quraraq biz bu dörd elementin zənginliyini təyin edə bilərik.

Nüvə-fiziki üsulun təhlili. Bu üsul radioaktiv olmayan faydalı qazıntıların öyrənilməsində və nümunələrin elementlərə görə təhlilində istifadə olunur. Kimya üsulu ilə müqayisədə nüvə-fiziki təhlil üsulu nümunələri öyrənməkdə bir çox üstünlüyə malikdir. Bu üsul yüksək məhsuldarlığı ilə fərqlənir. Çəkilib götürülmüş eyni bir nümunə bir neçə elementin zənginliyini təyin etmək üçün istifadə olunur. Həmin nümunə təkrar olaraq yenidən ölçülüb yoxlanıla bilər. Nüvəfizikası üsulu yüksək dəqiqliyə, geniş ölçmə intervalına (10^{-5} -dən 100% qədər) malikdir. Laboratoriyada nüvə fizikası üsulu ilə ölçmədə qamma və neytron üsulundan istifadə edilir. Elementin aktivliyini (zənginliyini) bir tipli nümunənin nəticələrini müqayisə etməklə təyin edirlər. Ölçmə zamanı adətən iki etalondan istifadə olunur: biri fonu təyin etmək üçün təhlil olunan məlum elementin izotopu olmalıdır. Fon etalonunu tədqiq olunan süxurun tərkibinə uyğun düzəldirlər, burada təyin olunan elementin izotopu olmamalıdır.

Laboratoriya işində geniş istifadə olunan aşağıdakı nüvə fizikası üsullarıdır.

Rentgen radiometrik üsul uran və uran-tori filizindən olan nümunələri öyrənmək üçün istifadə edilir, xüsusilə də nümunədə uranla tori arasında tarazlıq olmadıqda. Bu üsulun radiometrik üsuldan üstünlüyü ondan ibarətdir ki, bu üsul birbaşa uran, tori və kaliumun miqdarını nümunədə təyin etməyə imkan verir, yüksək məhsuldarlığa, az xərcə malikdir. Rentgen radiometrik üsulun dəqiqliyi müxtəlif elementlər üçün 10^{-3} - 10^{-1} %-ə qədərdir, dəqiqliyin yuxarı həddü təyin olunan zənginlik üçün məhdudiyət yoxdur.

Qamma-neytron üsulu kül kimi nümunələrdə berillium ini təyin etmək üçün istifadə olunur. Berilliumun nümunədə miqdarını təyin etmək üçün hesablanan impulsların sayını etalondakı impulsların sayı ilə müqayisə etməklə tapırlar. Üsulun dəqiqliyi 0,007% BeO.

Nüvə qamma-rezonans üsulu. Bn başlıca olaraq nümunədə qalay oksidini təyin etmək üçün istifadə edilir. Ölçmələr MAK-1 cihazı ilə həyata keçirilir, şualanma mənbəyi olaraq ^{119}Sn istifadə olunur. Bu pyezoelektrik silkələyici cihaza bərkidilir. Hərəkətsiz və rəqsi hərəkətdə olan mənbədə qısa müddətli ölçmələrin (1dəq) köməyi ilə hesablamanın (saymanın) sürətini təyin edərək qamma-rezonans effektinin qiymətini təyin edirlər.

Qamm-elektron üsulu. Nümunələrin tərkibində qurğuşunun, volframın, sürmənin, kadmının, molibdenin miqdarını təyin etmək üçün istifadə olunur. Ölçmələri ionlaşma kamerası ilə aparırlar, kamera sabit cərəyan gücləndiricisi və əqrəbli mikroampermetrlə təchiz olunub. Tədqiq olunan elementin zənginliyini müqayisə yolu ilə təyin edirlər. Bunun üçün əvvəlcə nümunədə ionlaşma cərəyanı müəyyən olunur, sonra isə etalonda ionlaşma cərəyanı tapılır və müqayisə olunaraq zənginlik tapılır.

Neytron-neytron üsulu. əsas bor və başqa istilik neytronlarını böyük zəbt etmə en kəsikli elementləri təyin etmək üçün istifadə olunur. Çox hallarda LBM-2 barometrlərindən istifadə olunur, ölçmənin hüdudu 15-18 %, həssaslığı 0,5 % B olur.

ALTINCI HİSSƏ QUYULARIN GEOFİZİKİ ÜSULLARLA TƏDQIQI

Geoloji kəşfiyyat işlərində silindr formalı nümunəsiz qazma işləri aparılır (axırınıcı quyuların istismara verildiyi zaman görülür). Hər iki qazma zamanı süxur tam olaraq sürtülüb yeyilir, süxurun tərkibi, qurululuşu haqda bir məlumat almaq mümkün olmur. Geofiziki işləri tətbiq etməklə süxurların fiziki xassəsi öyrənilir və quyunun geoloji sənədləri hazırlanır. Bu, quyularda müxtəlif fiziki sahələri öyrənməklə mümkün olur. Bu halda Yer səthində olduğu kimi bütün fiziki sahələr və üsullardan istifadə olunur. Quyulara müşahidənin nəticələrinə quyunun diametri, quyunun əyilməsi, quyunu dolduran qazma məhlulların, suların duzlaşması və bir çox amillər təsir edir. Bu şərtlər Yer səthində aparılan geofiziki müşahidələr arasında əhəmiyyətli fərq yaradır. Buna görə də quyuda aparılan geofiziki müşahidələr ayrılaraq sərbəst sahə yaradır ki, bunlara quyuları geofiziki öyrənən üsul adı verilib. Bəzən bunlara maddən geofizikası deyilir (neft və qaz yataqlarının axtarışı yaxud karataj adlandırılır).

Quyularda aparılan bütün ölçmələr ya maşına ya da hərəkət edən vasitələrdə yerləşdirilən karataj stansiyalarında aparılır. Qarataj stansiyalarının tərkibinə aşağıdakılar daxildir: quyuyu ölçmə aləti, yerüstü idarəetmə mərkəzi və qeydetmə. Xüsusi naqıl vasitəsi ilə idarəetmə mərkəzi ölçmə aləti ilə birləşdirilir. Müasir avtomat karataj stansiyalarında bir neçə dəst quyuyu ölçmə və idarəetmə mərkəzi var ki, bu, müxtəlif üsulları ayrılıqda, yaxud hamısından birlikdə istifadə etməyə geniş imkan verir.

Ölçmələrin nəticələri oxşar formada karataj diaqramı kağız lentdə, foto lentdə, yaxud ədədi kodlarla yazılır ya əllə, ya da maşınla hesablanır. Çox dərin olmayan quyuları bir məqsədli əldə gəzdirilən cihazlarla öyrənirlər. Quyuların fiziki üsulla öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Qarataj quruluş geologiyasında filiz və qeyri-filiz yataqların axtarışında və mühəndis hidrogeologiya tədqiqatlarında istifadə olunur. Quyuların kəşiləşini öyrəndikdə elektrik, nüvə fizikası, termometrik, seysmoakustik, maqnit, qravimetrik, eyni zamanda geokimyəvi və geoloji üsullardan istifadə

edirlər. Geofiziki tədqiqat eyni zamanda həm quyu ətrafı, həm də quyulararası məkanda aparılır.

XXVI FƏSİL

QUYULARIN ELEKTRİK KƏŞFİYYATI İLƏ TƏDQIQI

Quyuların elektrik üsulu ilə tədqiqi Yer səthi üsulunun tədqiqatlarına çox yaxındır. Ən çox istifadə olunan elektrik müqavimətinin zahiri qiymətini təyin edən üsuldur. Bu müşahidələrdən təbii elektrik sahəsindən məxsusi polyarizasiyanın yaratdığı potensialın karatajından, yaradılmış potensialından sürüşən təmas karatajından, elektrodlardakı potensial karatajından istifadə olunur və s. Qurğular quyu ölçmə alətinin üzərində yığılır və karataj zonu adlanır.

§ 102. FƏRZ OLUNAN MÜQAVİMƏT ÜSULU

Quyuların fərz olunan müqavimət üsulu ilə tədqiqi süxurların fərz olunan xüsusi müqavimətlərinə görə bir-birindən fərqlənməsinə əsaslanıbdir. Bu üsul prinsipə Yer səthində müqavimət üsulu ilə aparılan elektrik profilləməsi ilə eynidir. Fərz olunan xüsusi müqavimət aşağıdakı düsturla $\rho_f = K\Delta U/I$ təyin olunur. Burada K ölçmə aparılan zondun sabitidir. Adətən dördelektrodlu AMNB qurğudan istifadə olunur. Belə ki, üç elektrod AMN yaxud ABM quyuya buraxılır. Dördüncü elektrod N yaxud B Yer səthində quyunun yaxınlığında Yerə basdırılır. Üç elektrod quyuda karataj zondunu təşkil edir. AB elektrodu sabit cərəyan generatoru və MN elektrodu çoxnaqilli kəbellərlə ölçən cihazlarla birləşdirilir. Elektrodların vəziyyətindən asılı olaraq aşağıdakı tip zondları bir-birindən fərqləndirirlər (Şəkil 95).

Əgər birinci qidalandırıcı elektrodla A quyuda zond da, ikinci qidalayıcı elektrod isə Yer səthində qalırsa, belə zonda birqütüblü zond deyilir AMN. BMN isə ikiqütüblü zond adlanır, bu qurğuda hər iki qidalayıcı elektrod quyuya buraxılır A və B yerin səthində isə N qəbuledici elektrod Yerlə birləşdirilir. Bir məqsədli (cüt) və müxtəlif məqsədli (tək) zondlar arasında məsafə ölçmələrin nəticələrinə təsir

aşağıda yerləşir. Üst qatdakı zondda cüt elektrodlar tək elektrodan üstdə yerləşir. Üst qat qradient-zond aydın olaraq üst qat laylarını, alt qat qradient qradient-zond isə aydın olaraq yüksək müqavimətli alt qatını müəyyən edir.

Zondları hərflərlə elektrodların adları və bu elektrodların yerləşmə sırası quyuda yuxarıdan aşağıya işarə olunur. Hərflər elektrodlar arasındakı məsafə metrlərlə yazılır. Məsələn N 0,5M 2.0A bu yazı layın üst hissəsinin(cüt elektrod, elektrod biri yuxarıda yerləşdikdə birqütblü bir qidalandıran elektrod A) qradient zondur, cüt elektrodlar arasında məsafə MN=0,5 m və yaxındakı cüt M və tək A elektrod arasında məsafə 2 m-dir. Zondun uzunluğu $L_{n3}=2,25$ m, üçelektrodlu zondun əmsalını aşağıdakı formül ilə təyin edirlər:

$$K=4\pi AM \cdot AN/MN \text{ yaxud } K=4\pi MA \cdot BM/AB$$

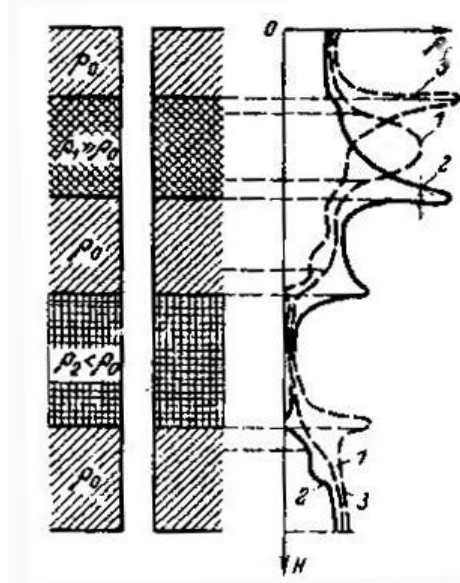
Burada AM, AN, BM, MN, AB elektrodlar arasındakı məsafədir, metrlərlə ifadə olunur, birinci formül bir qütblü, ikinci formül isə iki qütblü zonda uyğundur.

Karataj zonu naqilə birləşmiş elastiki qurğusun lövhəcikdən ibarətdir. Naqilləri həmin lövhəyə lehimləyirlər. Qurğularda elektrodların yerinə metaldan düzəlmiş şotkadan istifadə edirlər. Az qalınlıqlı layları öyrəndikdə mikrozonddan istifadə edirlər, ki, burada nöqtəvi elektrodlar izolyatorlara bir neçə santimetrdən bir bərkidilir və dəmir yayla quyunun divarına sıxılır.

ρ_f ölçmə üsulu aşağıdakıdan ibarətdir. Quyu zonu (bizim hal üçün karataj zonu) ölçmə işləri aparmaq üçün hazırlanmış quyuya buraxılır. Qidalandırıcı elektroda sabit cərəyan I verilir. Zond quyunun dibindən quyunun ağzına qədər yük qaldıran qurğu və kabel vasitəsi ilə hərəkət etdirilir, bu zaman avtomatik olaraq arasıkəsilmədən elektrodlarda yaranan potensiallar fərqi ΔU_f ölçülür (millivoltlarla) yazılır. Zondun ölçüləri sabit qaldıqda və cərəyan şiddəti dəyişmədikdə ΔU_f əyrisi əslində ρ_f -in dəyişməsinə göstərir. ΔU_f (millivolt)dan ρ_f qiymətinə (Om metrə) çevirmək üçün) yazının miqyasını seçmək kifayətdir. Bu zond əmsalının verilən cərəyana

olan nisbətinə bərabərdir. $M=K/I$ Yazı üçün əlverişli miqyas verilmiş zond üçün cərəyan şiddətini seçməklə əldə edilir.

Fərz olunan müqavimət üsulunun nəticələrinin təhlili o deməkdir ki, fərz olunan müqavimət diaqramında ρ_f böyük və kiçik xüsusi elektrik müqavimətli layların anomaliyalarını və qalınlığını, yəni dərinliyini xarakterizə edərək, aydın olaraq ayırmaqdır (şəkil 96). Əyrinin forması və xarakteri təkcə layın müqaviməti və qalınlığının



Şəkil 96. Böyük qalınlıqlı laylar qarşısında müxtəlif zondların ρ_f ayrışmaları. 1-potensial zond üçün; 2-gradient zond üçün (layın alt üzü); 3-gradient zond üçün (layın alt üzü) xüsusi müqavimət. ρ_0 özündə yerləşdirən süxur üçün, ρ_1 böyük müqavimətli lay üçün, ρ_2 kiçik müqavimətli lay üçün.

dan yox, eyni zamanda quyunun diametrindən, qazma məhlulun mineralaşmasından, quyunu dolduran suyun mineralaşmasından, süxurdakı boşluqların radiusundan, eyni zamanda süxurun məsaməliyindən, layda və quyuda olan mayenin təzyiqlər fərqiindən asılıdır. Əyrinin xarakteri həm zondun növündən və ölçülərindən, eyni zamanda zondun ölçüləri ilə quyunun divarında layın qalınlığı

arasındakı nisbətdən asılıdır. Misal üçün, müxtəlif qalınlıqlı laylarda müxtəlif tipli zondlarla və zondun ölçüləri L arasındakı müxtəlif nisbətdən asılı olaraq ρ_f anomaliyasına baxaq (Şəkil 96).

Layın qalınlığı zondun ölçüsündən çox olduqda yüksək müqavimətli lay alt qat gradient-zonduna simmetrik olmayan əyri müşahidə olunur. Layın alt qatında ρ_{fmax} üst qatda isə ρ_{fmin} qeyd olunur. Üst qat gradient-zondla əksinə olaraq ρ_{fmax} , alt qat qarşısında, ρ_{fmin} isə üst qatın qarşısında müşahidə olunur.

Layın qalınlığı zondun ölçülərinə nisbətən kiçik olanda böyük, eləcə də kiçik müqavimətli laylar üçün çox çətin araşdırıla bilən diaqram alınır. Müxtəlif növ zondlar üçün iş zamanı ekran maksimumu əmələ gəlir ki, bu da bütün diaqramı dolaşığa salır və potensial zondla iş zamanı eyni müqavimətli müxtəlif qalınlığa malik olan laylarda, kiçik müqavimətli layın ortasında ρ_{fmin} , qalın laya nisbətən böyük olur.

Göstərilən əlaqələrdən nəzəri formula və qrafiklərdən istifadə edərək hər bir quyu üçün diaqramların təhlili aparılır və müxtəlif müqavimətli laylar bir-birindən ayrılır. Sonra ikinci mərhələ təhlilə başlayırlar, qonşu quyularda fərz olunan müqavimətin anomaliyalarını analoji anomaliya ilə müqayisə edirlər və istinad horizontlarını ayırırlar, yəni bütün quyularda aydın şəkildə özünü göstərən xarakterik anomaliyaları ayırırlar.

§ 103. ÖZBAŞINA POLYARİZASIYA KARATAJI

Özbaşına polYArizasiA karataji süxurlarda oksidləşmə və öz əvvəlki vəziyyətini bərpa etmə, diffuziya, udulma və mayələrin süxurdan süzülməsi hesabına yaranan ΔU potensialını ölçmək üçün istifadə olunur. ΔU potensiallar fərqi ölçmək üçün yalnız MN qəbuledici elektrodlardan istifadə olunur. Adətən, elektrokaratajda özbaşına polyarizasiya və fərz olunan müqavimət sxemlərindən istifadə olunur. Özbaşına polyarizasiya karatajında sulfidli minerallaşmanı, kömür layını, məsaməli quru və sulu layları və minerallaşmış, yeraltı suların digər elektrik karataji diaqramları ilə

birlikdə mürəkkəb çökmə süxurları ilə səciyyələnən kəsilişləri bir-birindən ayırmağa imkan verir.

§ 104. CƏRƏYAN KARATAJI

Cərəyan (birelektrodlu) karataji elektrik karatajlarının ən sadəsidir. Bunu aparmaq üçün qidalandırıcı elektrod B Yerini səthinə çalınır, A elektrodunu məhlulla dolmuş quyuda hərəkət etdirdikdə Yerlə birləşmiş elektrodun ρ müqaviməti dəyişməyə başlayacaq, çünki quyunun kəsdiyi süxurların xüsusi müqavimətindən asılıdır. Bu isə AB dövrəsində cərəyanın dəyişməsinə səbəb olur, ona görə də karataj cərəyan şiddətinin yerli qeyri-bircinsliyi süxurun az müqavimətə və cərəyan şiddətinin böyük qiymətli olduğunu təsvir edir.

Sürüşən kontaktla karataj üsulu cərəyan karataj üsulunun başqa forması və şotkalı elektrodların köməyi ilə aparılır və quyunun divarı ilə sürür. Quyuyu ya quru ya da məhlulla dolmuş ola bilər. Bu elektrod quyunun divarında hərəkəti zamanı müxtəlif xüsusi müqavimətli süxurlara toxunur, bunun nəticəsində elektrodun özünün keçid müqaviməti dəyişir, eyni zamanda AB dövrəsində cərəyan şiddəti dəyişir. Sürüşən kontakt karataj üsulu ilə yaxşı elektrik cərəyanı keçirən sulfid, maqnetit filizini, qrafiti, kömürlü şistləri, çatı su ilə dolmuş süxurları çox dəqiqliklə qeyd etmək olur.

Sürüşən kontakt karataj üsulunda quyuyu zondları bir yox, üç elektrodla ibarət olur, bu elektrodlar quyunun divarına quyuyu yayları ilə sıxılır.

İnduktiv karataj üsulu. Bu növ karataj generatorla süxurlara və filizlərə verilən ilkin elektromaqnit sahəsinin hesabına burulğanlı induksiya cərəyanı yaradır və bu cərəyan da öz növbəsində iinduktiv elektromaqnit sahəsi yaradır. Bu da induksiya karatajin əsasını təşkil edir. İkinci yaranan maqnit sahəsi quyuda hərəkət edən qəbul edici makaralarla qeyd olunur. Bu isə süxurun elektrik keçiriciliyindən asılıdır. İnduksiya karataj üsulu ilə tədqiqatın radiusu (dairəsi) generatorla makara arasındakı məsafə ilə müqayisə oluna bilər.

İnduktiv karatajın başqa üsullardan üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, ölçmələr həm quruda, həm də yüksək müqavimətli məhlul doldurulmuş quyularda aparıla bilər. Çatışmayan cəhəti isə kiçik dəqiqliyə malik olmasıdır. Buna görə də, bu üsuldən mürəkkəb çökmə süxurları öyrənmək üçün istifadə edirlər.

XXVII Fəsil

NÜVƏ FİZİKASI ÜSULU İLƏ QUYULARIN TƏDQIQI

Nüvə geofiziki tədqiqat üsulu quyu kəsilişində süxurların γ şüaları buraxmasına, yaxud da neytron selinin qəbul olunmasına, quyunun divarlarını γ kvant və neytronlarla şüalandırıldıqda ionlaşma şüalanmasını qeyd etməyə əsaslanıb.

Radioaktiv karataj süxurlarda eyni zamanda həm təbii, həm də ikinci süni radioaktivliyi öyrənmək üçün aparılır. Bu proses süxurların xarici mənbədən γ şüaları, yaxud neytronlarla şüalanması hesabına olur, eyni zamanda süxurlar tərəfindən şüaların udulması, yavaşdırılması və süxurda səpilməsi hadisələrini öyrənmək üçün istifadə olunur.

Radioaktiv karatajın əsas üsulu qamma karatajdır, bu süxurlarda təbii qamma şüalarını öyrənmək üçün istifadə olunur; qamma-qamma karataj və neytron karataj mənbəyi süxurlar ilə qarşılıqlı təsir effektinə əsaslanıb.

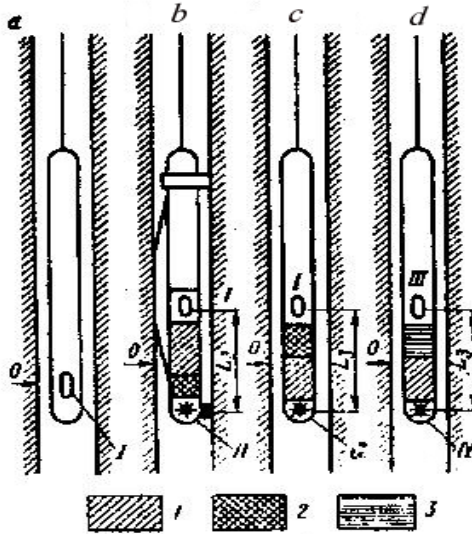
Qarşılıqlı təsirin nəticəsi səpilmə, eyni zamanda neytron və qamma şüalarının udulmasıdır. Cavab reaksiyasının bir qiymətli olmasından istifadə edərək bu üsulun bir neçə modifikasiyası yaradılmışdır: neytron qamma karataj, neytron-neytron-qamma karataj, rengenradiometrik karataj və s.

Radioaktiv karataj üsulu vasitəsi ilə kənarları möhkəmlənmiş və möhkəmlənməmiş, quru yaxud qazma məhlulu ilə doldurulmuş quyular təşkil edən süxurların mineral və kimyəvi tərkibini təyin etmək üçün istifadə olunur. Üsulun çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, tədqiqatın radiusu kiçikdir və şüalanma mənbəyi yaxınlığında işləmək təhlükəlidir.

Radioaktiv karataj elektrik karatajı kimi geniş istifadə olunmağa başlanmışdır.

§ 105. Qamma karataj və qamma-qamma karataj

Qamma karataj quyunun divarı boyunca təbii qamma şüalanmanın dəyişməsini ölçməyə əsaslanıb. Qamma şüaları başqa nüvə şüalarına nisbətən mühitə yüksək nüfuzetmə qabiliyyətinə malik olduğuna görə quyru radiometri ilə bu şüaları qeyd etmək olur. Quyru radiometri polad zonddan ibarətdir (şəkil 97 a).



Şəkil 97. Radioaktiv karataj üsulunun qurğusu. A-QK-qamma karataj; b-QQK-qamma-qamma karataj; v-NQK-neytron-qamma karataj; q-NNQ-neytron-neytron karataj; I-qamma şüalarını tutan və buraxan indikator; II-qamma şüalarını buraxan mənbə; III-neytronun sıxlığını müəyyən edən qəbuledici indikator; IV-neytron mənbəyi; 1-polad ekran; 2- qurğuşun ekran; 3- yüksək hidrogenə malik olan parafin və yaxud maddə; O-ölçmələrin nəticələrini yazmaq yeri.

Elektrik siqnalı qamma şüalanmanın intensivliyi ilə mütənasibdir və kabel vasitəsi ilə karataj stansiyasının qeydedicisinə

verilir və karataj diaqramı yazılır. Diaqramda müxtəlif radioaktivli laylar, xüsusi ilə maksimumlarla uran, torium, radium, kalium-40 və başqa radioaktiv izotoplarla zəngin olan süxurlar qranit və gillər, həmçinin radioaktivliyi minimum olan qum daşlı, karbonatlı süxurlar, daş-duz, kömür və s. ayrılır (§ 94bax).

Qəbul olunan təbii qamma şüalarının intensivliyinə, gilli məhluldan buraxılan şüalar, quyuya buraxılmış boru tərəfindən şüanın udulması və sement, əhəmiyyətli dərəcədə karataj diaqramında kənara çıxmalar yaradır ki, süxurun radioaktivliyi ilə heç bir əlaqəsi yoxdur. Bundan başqa, qamma karatajın göstəricisinə tədqiq olunan quyunun diametri təsir edir. Qamma karataji tədqiqatın radiusuna 30 sm yaxın olur. Süxurları qamma kvantla şüalandırdıqda səpələnən qamma şüalarını ölçmək üçün QK-dan istifadə olunur (§ 94 bax). Tədqiqatları qamma kvant mənbəli və qeydedici (detektor) dəmir və qurğuşun ekranla arası kəsilmə (95-ci şəklə bax), cihazlarla aparılır. Qamma şüalanması ilə detektor arasındakı məsafə zondun ölçüsü adlanır L_z , çox hallarda 20-70 sm-ə bərabər olur. Radioaktivlik mənbəyi olaraq radioaktiv kobaltdan, seziumdan yaxud sürmədən istifadə olunur.

QQK iki variantda istifadə olunur, sıxlıq QQK və seçmə qabiliyyətli selektivli QQK. Sıxlıq QQK süxurların və filizlərin sıxlığını təyin etmək üçün istifadə olunur.

Seçmə qabiliyyətli selektivli QQK isə filizlərin və ağır elementlərin miqdarını təyin etmək üçün istifadə olunur. Hər iki variant kömür olan digər əraziləri öyrənməkdə və kömür laylarının ayrılmasında geniş istifadə olunur, digər tərəfdən QQK sıxlıq karataji torpağın sıxlığını, nəmliyini təyin etmək üçün də istifadə olunur. Bunun üçün quyu qazmaq lazım gəlir. QQK sıxlıq üsulla alınan nəticələr imkan verir ki süxurun məsaməliliyini təyin edək və bu üsulla süxurun kollektor xassələri öyrənilir.

§ 106. Neytron karataj üsulu

Burada iki ən çox istifadə olunan üsula baxaq: Neytron-neutron karataji (NNK) və neytron-qamma karataji (NQK). Bu üsullar

süxurları neytron seli ilə şüalandıqda baş verən hadisələri öyrənir (§95 bax). Bu iki bir-birindən fərqli stasionar və impuls neytron üsuluna ayrılır. Biz yalnız stasionar stansiya üzərində dayanacağıq. NQK qamma şüalanmasını qeyd etmək üçün düzəldilibdir. Qamma şüalanma süxurun nüvələri tərəfindən udulan istilik neytronlarının hesabına əmələ gəlir. Əgər süxur zonda yaxın olarsa, burada hidrogenin miqdarının artdığı qeyd olunur, yəni süxurda çoxlu su, neft yaxud qaz var, belə halda şüalandırıcıdan ayrılan sürətli neytronlar istilik sahəsinə çevrilirlər. Bu hərəkət 30 sm-ə qədər davam edir və süxur tərəfindən udulur. Zondan uzaqda olan süxurlarda isə istilik neytronların seli zəifləyir. O yerdəki istilik neytronu azdır, orada ikinci qamma şüalanma az olur. Beləliklə, ikinci şüalanmanı qəbul edən qeydedici qamma şüalanmanın zəiflədiyini göstərir. Bu hidrogenlə zənnin olan süxurlarda baş verir və qamma şüalanmanın qiymətinin kəskin artması ağır elementlər olan süxurlarda baş verir NQK tədqiq radiusu 20-40 sm, istifadə olunan zondun ölçüsü isə 5-70 sm olur (§əkil 95 d).

Neytron-neytron karataj (NNK) üsulu süxurlar sürətli neytronlarla şüalandırıldıqda istilik yaxud istilik neytronuna yaxın yavaşlayan neytron selini qəbul etmək üçün istifadə edilir. Göstərilən neytronların sıxlığını quyunun en kəsiyində mənbə ilə dedektor arasında ki, məsafə çox dəqiq müəyyən olduğu halda təyin etmək olur (§əkil 95 q bax).

Hər iki üsul süxurlarda məsaməliliyi və süxurların kollektor xassələrini təyin etmək üçün istifadə olunur. NNK üsulunun tədqiqatın dərinliyini 20-30 sm, zondun ölçüsü 25-40 sm olur.

§ 107. Akustik karataj

Seysmoakustik və akustik karataj ultrasəsin yaxud səs dalğalarının quyunun divarı boyunca həyəcanlanma məntəqəsindən qəbulediciyə qədər sərf olunan vaxtı təyin etməyə əsaslanıb. Seysmik, xüsusilə də akustik karataj bir-birindən fərqlənirlər.

Seysmik karatajda elastik dalğalar quyunun yaxınlığında ya partlayışla, ya da elektrik boşalması ilə əldə olunur və dalğalar

quyunun divarlarında yerləşdirilmiş qəbuledicilərlə qeyd olunur. Eyni zamanda dalğanın həmin məntəqələrə gəlib çatma vaxtı təyin olunur (§ 68 bax). Akustik karatajda rəqslərin həyəcanlanması zamanı 10-100 kQh tezlikli maqnitostriksiya şüalanmasının baş verməsi fərz olunur və həmin siqnalları yerlərdə ryezoelektrik seysmik qəbuledicilərlə qeyd edirlər. Süalandırıcılar və qəbuledicilər akustik izolyatorlarla aralanırlar. İşlər quyuya salınan akustik zondların köməyi ilə Yer in səthindəki cihazlarla idarə olunur. Zondun əsas tipləri: iki elementli və üç elementli zondlar. İki elementli zond şüalandırıcıdan və detektordan (seysmik qəbuledicidən) ibarətdir və quyuların sementlənməsinə nəzarət etmək üçün istifadə olunur. Üç elementli zond bir şüalandırıcıdan və iki qəbuledicidən ibarətdir, qəbuledicilər şüalandırıcılarla bir tərəfdə yerləşdirilir. Birinci və ikinci qəbuledicilərə gəlib çatan dalğaların vaxtı qeyd olunur. Qəbuledicilər şüalanma mərkəzindən 50-100 sm məsafədə yerləşdirilir, bunun köməyi ilə uzununa dalğaların V_p sürəti təyin olunur və zondun yaxınlığında yerləşən süxur haqda məlumat alınır. Üsul ikinci bir parametri də təyin etməyə imkan verir, bu da quyuya ilə üstü açılan süxurlarda sönən elastik dalğanın intensivliyinin təyininə ibarətdir. Sönmənin qiymətinə süxurların gilliyi, çatlığı, məsaməliliyi və məsamələrin məhlulla dolması ən çox təsir edir.

Akustik karatajdan quyuda geoloji kəsilişləri öyrənmək, kollektor layları ayırmaq, layların məsaməliliyini öyrənmək, kömür laylarını ayırmaq üçün istifadə olunur. Akustik karatajdan həmçinin seysmik axtarış işlərinin nəticələrini və süxurların sıxlığını təyin etmək üçün istifadə olunur.

§ 108. Maqnit qavrayıcılığı karataj üsulu

Nüvə-maqnit karatajı

Maqnit qavrayıcılığı karatajı quyunun divarlarında süxurların maqnit xassələrini öyrənməyə imkan verir. Maqnit qavrayıcılığı xüsusi datçiklərlə ölçülür, induktivlik isə datçiki əhatə edən süxurun maqnit xassələrindən asılıdır. Datçik içərisində ferromaqnit çubuq olan makaradan ibarətdir. Makara Yer in

səthində olan dəyişən cərəyan körpüsünü tarazlıqda saxlamaq üçün körpünün bir qoluna birləşdirilir. Makaranı quyunun divarı boyunca hərəkət etdirməklə maqnit qavrayıcılığı müxtəlif olan süxurlarda induktivliyin dəyişməsi baş verir və körpünün tarazlığı pozulur. Ölçmə dövrəsində gərginlik yaranır, bu da süxurun maqnit qavrayıcılığı ilə mütənasibdir və karataj diaqramında qeyd olunur. Maqnit qavrayıcılığı karatajından dəmir və tərkibində müxtəlif metallar olan qum daşları laylarını, kvars və vulkanik süxurları ayırmaq üçün istifadə olunur.

Nüvə maqnit karatajı quyunu əhatə edən mayenin tərkibində olan sərbəst protonların presesiyasını öyrənməyə əsaslanıb.

§ 109. Quyu ətrafı və quyulararası tədqiqatlar

Belə tədqiqatlar quyu ətrafında, süxur massivlərində və quyular arasında yerləşmiş ərazidə faydalı qazıntılar axtarmaq məqsədi ilə və geoloji mühəndis məsələlərini həll etmək üçün aparılır. Belə tədqiqatlar eyni zamanda dağ mədən istehsal yerləri arasında yerləşən massivlərin öyrənilməsi məqsədi ilə aparılır.

Quyueətrafı və quyuarası tədqiqatlarda yuxarıda yazılmış bir neçə üsuldan elektrik axtarışı, seysmik axtarış və iki orijinal quyu maqnitometriya və qravimetriya üsulundan istifadə olunur.

Quyü maqnit axtarışı, maqnit sahəsi elementlərinin quyuda ölçülməsinə əsaslanıb. Quyü proton maqnitometri yerin tam vektorunun T qiymətini ölçməyə imkan verir (§32 bax). Quyü maqnit axtarış üsulu ilə maqnitli filizləri aşkar etmək olur, bu, quyunun divarlarından xeyli məsafədə yerləşdikdə də (500 m və daha çox) aşkar etmək mümkün olur. Maqnit ölçmələri yalnız boru buraxılmayan quyularda aparıla bilər.

Quyü qraviaxtarışı üsulu xüsusi hazırlanmış quyü qravimetrləri ilə quyü divarlarında ağırlıq qüvvəsinin elementlərini təyin etməyə əsaslanıb. Bu qravimetr yerüstü astazirlənmiş kvars qravimetrlərin prinsipində işləyir, yalnız uzaqdan idarə oluna bilər. Quyü divarından bir neçə metr məsafədə süxurun orta sıxlığını təyin edə bilər. Bu üsul neft qaz yataqlarının və xromit filizinin axtarışında istifadə olunur.

Elektrik axtarışları (dördüncü hissəyə bax) quyulararası məkanda yalnız radio dalğalı şüalanma üsulundan istifadə olunur. İki seysmik axtarış üsulundan; şaqulu seysmik profilləmə və akustik şüalanma üsulundan, da istifadə olunur (beşinci hissəyə bax).

§110. QUYULARDA TEXNİKİ ƏMƏLIYYAT

Quyularda texniki əməliyyatlar aşağıda yazılan cihazlarla aparılır, adətən, karataj stansiyalarından istifadə olunan ləvazimatlarla, ilk növbədə quyuda hidrogeoloji tədqiqatlarda istifadə olunan kompleks əməliyyatlarını sadalayaq. Bunlar aşağıdakılardır: rezistivimetriya (quyuda qazma məhlulunun elektrik müqavimətini ölçən cihaz), termometriya və sərf olunan mayenin miqdarının təyini.

§ 111. Quyuda qazma məhlulunun elektrik müqavimətini ölçən cihazlar

Elektrik karatajından alınan materialların keyfiyyətli təhlili üçün qazma məhlulunun və quyuya dolmuş suların elektrik müqavimətini mütləq bilmək lazımdır. Quyularda mayələrin elektrik müqavimətini rezistivimetrylərin köməyi ilə ölçürlər, bu qurğu böyük olmayan üç, yaxud dörd elektrodlu zondan ibarətdir və keçirici olmayan borunun içində yerləşdirilir. Boru ölçmə zamanı ətrafda yerləşən süxurların təsirini kənar edir. Zondu quyuda hərəkət etdirən zaman qazma məhlulu boruya sərbəst daxil olur və ölçmə aparılır və məhlulun xüsusi müqaviməti ρ_m aşağıdakı formul ilə təyin olunur.

$$\rho_m = K_p \Delta U / I$$

Burada K_p rezistivimetrisin sabitidir. K_p -xüsusi müqavimətin dəqiq təyin olunmuş qazma məhlulunda ölçmə aparılmaqla əvvəlcədən təyin olunur. Rezistivimetr hidrogeoloji məsələləri həll etmək üçün istifadə olunur, çünki bu, quyuda duzlu məhlulun zənginliyinin dəyişmə sürətini təyin etməyə imkan verir. Bu sular quyulara laylardan təzyiqlə altında süzülüb gəlir, bunun köməyi ilə təxmini olaraq suların süzülüb gəlmə sürətini təyin etmək olur. Ölçmələri aşağıdakı üsulla aparırlar: Quyular duzlarla zənginləşmiş sularla doldurulur və xüsusi müqaviməti əvvəlcədən t_0 anı üçün ölçülür. Həmin an üçün quyuda

məhlulun xüsusi müqaviməti ρ_0 olur və zənginliyi C_0 olur. Müəyyən bərabər müddətlərdə $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ məhlulun xüsusi müqaviməti ölçülür. Əgər hər hansı müddətdə quyuya su süzülüb gəlməsi baş verirsə, xüsusi müqavimət $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$ xüsusi müqavimət bu layda artmağa başlayacaqdır. Nomoqramanın köməyi ilə hər bir lay üçün zənginləşməni təyin edirlər. Laylarda süzülmənin sürətini aşağıdakı formula ilə hesablayırlar.

$$V = \frac{1,81d}{K_{keç}\Delta t} \lg \frac{C_{n-1} - C_0}{C_n - C_0}$$

d quyunun diametri, $K_{keç}$ süxurun maye qaz, keçiricilik əmsalındır. Bu əmsal laboratoriyada təyin oluu.

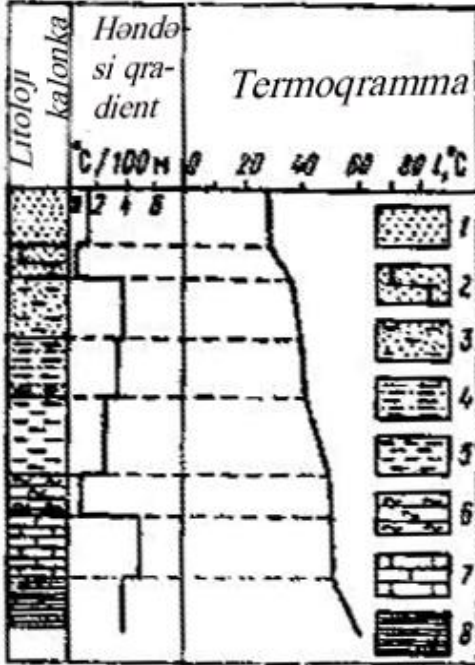
Hər bir intervalda ölçmələr üçü süxurun içindən süzülüb keçmə sürəti təyin olunur və orta qiyməti hesablanılır. Lay sularının minerallarla zənginləşməsindən və quyuya dolan məhlullardan asılı olaraq diaqrammada xüsusi müqavimət kiçik qiymətə malik ola bilər, bunu süxurdan süzülmə sürəti təyin olunanda nəzərə almaq lazımdır.

§ 112. Temperaturun ölçülməsi

Quyularda temperaturun ölçülməsi Yer in təbii temperatur sahəsinin öyrənilməsi məqsədilə aparılır. Bu sahələr aşağıdakılardan ibarətdir: Müəyyən hüdudlu istilik sahəsi, bu sahə quyuyu qazılan yaxud da işə salınan zaman müşahidə olunur, süni istilik sahəsi, quyuya yuyucu məhlulun təzyiqlə vurulması yaxud sement məhlulunun vurulması ilə yaradılır.

Təbii istilik sahəsinin köməyi ilə geotermik qradiyent öyrənilir, yəni hər 100m dərinlikdə Yer in temperaturu dərəcələrlə təyinin olunur, eyni zamanda həm də geotermik pillələri yəni tədqiqat aparılan ərazidə temperaturun hər bir dərəcə dəyişmə sərhədi təyin olunur. Geotermik qradiyent süxurların istilik müqaviməti ilə mütənəsibdir, bu da quyuyu kəsilişində litalogiyadan asılıdır, ona görə də termoqramma quyunun şaquluna nisbətən müxtəlif əyimliyə malikdir, bu əyimlik layların istilik keçirməsindən asılıdır yerli istilik sahəsi adətən kollektor sulfidli filizlərdə, kömür və duz layları ilə əlaqədardır. (şəkil98).

Süni istilik sahəsi üsulu. Quyuda sabitləşməmiş temperatur şəraitinin öyrənilməsinə əsaslanıb. Belə hal quyuda qazma məhlulunun dövrüyyəsi kəsilən kimi baş verir. Çünki quyunu əhatə edən süxurlar müxtəlif temperatur keçiriciliyinə malikdir, digər tərəfdən məhlul ətraf mühitin temperaturunu eyni sürətlə qəbul etmək qabiliyyətinə



Şəkil 98. Geotermik qradientin quyuda dəyişmə qrafiki və termoqramma ilə müqayisəsi: 1-qum; 2-qum daşlı; 3-gilli qum daşlı; 4-qum daşlı gil; 5-gil; 6-argilit; 7-əhəng daşı; 8-təbaşir.

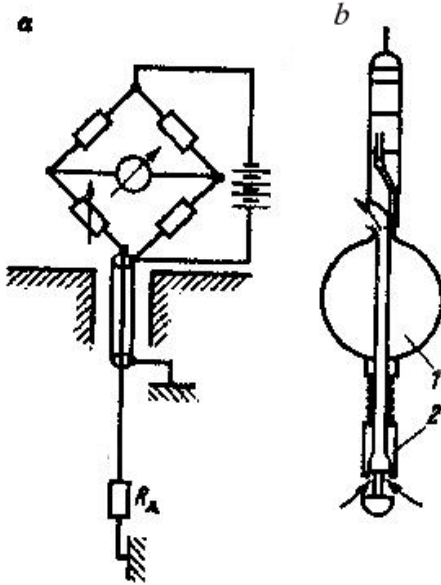
malik deyil. Bu məhlulun termoqramması ilə qeyd olunur. Əgər məhlulun temperaturu layın təbii temperaturundan aşağıdırsa, qum daşlı layda gilli laya nisbətən temperatur daha tez və kəskin yüksələcək, ona görə ki, qum gilə nisbətən böyük istilik keçirmə qabiliyyətinə malikdir. Temperatur əyrisinə görə layların hansının yaxşı istilik keçiriciliyinə malik olduğu aşkar edilir.

Quyularda temperaturu təyin etmək üçün quyuya elektrik müqavimətli termometrler salınır, ölçmə aparılır. Termometrin işləmə prinsipi; metal naqilin ətraf mühitin temperaturu dəyişdikdə bunun da müqavimətinin dəyişməsinə əsaslanıb. Termometriyada qradiyent və anomaliya termometrlərindən istifadə olunur. Qradiyent termometrin köməyilə iki nöqtə arasında temperaturlar fərqi ölçülür. Bu nöqtələr həmişə bir-birindən eyni məsafədə 1,5-3 m məsafədə yerləşirlər, anomaliya termometrindən verilmiş dərinlikdə temperaturun orta qiymətindən kənara çıxmalar qeyd etməkdən ötrüü itidə olunur. Quyularda temperaturu, termometri quyuya salanda ölçürər ki, hərəkət zamanı məhlulun qarışma prosesi baş verdikdə ölçmənin diqliyi azalması.

§ 113. Mayələrin sərf olunmasının ölçülməsi. Axım və sərfolma yernin təyini.

Quyularda boru arxasında suyun hərəkəti

Mayələrin sərf olunmasının təyini. Bu cihaz quyularda, laylarda mayenin axma sürətini, yaxud da udma sürətini və eyni zamanda ayrı-ayrı layların ümumi su udma yaxud, su vermə qabiliyyətini öyrənməyə və hesablamağa imkan verir. Ölçmələri mexaniki ya da termoelektrik sərfolmanı ölçən cihazlarla aparılır(şəkil 99).



Şəkil 99. Quyuda mayenin miqdarının dəyişməsini ölçən cihazın elektrik sxemi (a).

Mayenin miqdarının dəyişməsini ölçən mexaniki Şlyumberc firmasının qurğusu (b). 1-paker; 2-Maqnit tənzimləyicisini hərəkətə gətirən fırlancaq.

Mexaniki sərf olmanı ölçən cihaz mayenin axma sürətini cihazın daxilində yerləşən fırlanan pərin hesabına ölçür. Bu pər maqnit ayrıcısına birləşdirilir və pərin fırlanma tezliyini təyin edir. Quyuda suyun tam pərdən keçməsi üçün pakeri bağlayırlar.

Termoelektrik sərf olmanı ölçən cihaz qızan müqavimətin soyumasına əsaslanıb (datçik). R_d axan suyun içində yerləşdirilir bu isə suyun bir istiqamətdə xətti axma sürətindən asılıdır (şəkil 100 a). Termoelektrik sərf olunmanı ölçən cihaz fontan vuran quyulara nasos və kompressorlarla birləşdirilir.

Cihazın göstəricisi ya öz üzərində yerləşdirilir, yaxud uzaq məsafədən idarə olunur. Mexaniki cihaalar orada axan məhlulun tərkibindən asılı deyil və axan mayenin intensivliyini dəqiq qeyd edir. Termoelektrik cihaz isə burada axan məhlulun tərkibindən asılı

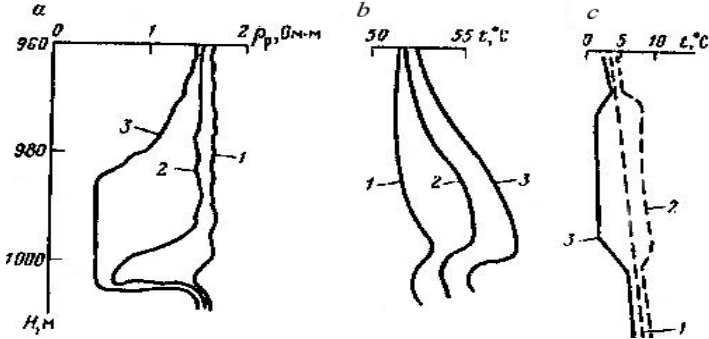
olduğu üçün yəni məhlul çox fazalı olduqda axma intensivliyini keyfiyyətə təsvir edir.

Quyuda suyun udulması, yaxud axıb gəlməsi laylardakı təzyiqdən və bir də quyunun içindəki təzyiqdən asılıdır. Eyni bir lay həm su verən, həm də udan ola bilər. Su verən, udan laylar çox hallarda quyuya buraxılan borunun arxası ilə əlaqədar olur və boru arxasında suyun axması davam edir, ona görə də suyun axıb gələn və udulan yerini bir də boru arxasında axma yerini təyin etmək eyni zamanda aparılır. Bu məqsədlə quyularda məhlulun xüsusi müqavimətini, temperaturunu və radioaktiv izotop üsulu ilə radioaktivliyini təyin edirlər.

Su axıb gələn yeri çox hallarda xüsusi elektrik müqavimətini və temperaturunu ölçməklə təyin edirlər. Bu halda ölçmələr quyuya məhlul vurmaqla, yaxud məhlulu quyudan çəkməklə aparılır. Quyuya məhlul vurma üsulunda əvvəlcə quyuyu bircinsli məhlulla doldurulur, bu məhlul həm xüsusi müqavimətə, həm də temperaturuna görə lay suyundan fərqləndirilməlidir. Quyuda məhlulun təzyiqi laydakı təzyiqdən çox olmalıdır. Quyuyu doldurulduqdan sonra birinci ölçmələr (1) aparılır, ya xüsusi müqavimət, yaxud da temperatur təyin olunur (şəkil 100 a). Sonra quyudan məhlul sorulub çıxarılır, imkan yaradılır ki, laylardan su axıb quyuya dolsun. Elə ki, suyun səviyyəsi gəlib çatdı əvvəlki səviyyəyə yenidən xüsusi müqavimət və (2)-ci temperatur ölçülür. Quyuya su axıb gələn yerdə müqavimət və temperatur əvvəlki ölçməyə nisbətən ya az, ya çox olacaqdır. Bir neçə ölçmə aparmaq su gələn yeri yüksək dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

Təzyiqlə quyuya məhlul vurma üsulunda da ölçmələr nəzarət ölçmələrindən başlanır, burada da quyuda bircinsli məhlulun xüsusi müqaviməti və temperaturu ölçülür, sonra quyuya ya su, yaxud tərkib etibarlı ilə əvvəlkindən fərqlənən gilli məhlul vurulur və ölçmələr aparılır. Hər ölçmədən qabaq quyuya yeni, müəyyən miqdarda məhlul vurulur. Beləliklə, su axımının sərhədinin dəyişməsinə müşahidə edirlər. Borunun arxasında axan mayenin təyini üçün termometr üsulu ən əlverişlidir. Borunun çölündə maye axını

yoxdursa, quyudakı məhlulun termogramması əyimliyə malik olacaq. Düz xətti o vaxt olacaq ki, dərinliyə görə temperatur təbii olaraq qalxacaqdır (1). Əgər borunun arxasında axma varsa, onda həmin hüdudlarda gilli məhlulun temperaturu sabit qalacaqdır (3) (şəkil 100 c).



Şəkil 100. Quyuda su gələn yerin təyini (a b) və borunun ətrafında suyun hərəkətinin termometrlə və rezistivmetrlə təyini (c).

Bəzi hallarda borunun arxasında su axımının olub-olmamasını təyin etmək üçün radioaktiv izotoplar üsulundan istifadə edirlər. Tədqiqatı adətən quyuyu metodundakı qamma-aktivliyi ölçməklə aparırlar. Sonra quyuya müəyyən aktivləşmiş zənginlikli radioaktiv izotop məhlul vurulur. Bu məhlulu laylara təzyiqlə vururlar, sonra quyuyu yuyaraq radioaktiv izotopdan təmizləyirlər.

XXVIII Fəsil

GEOFİZİKİ ÜSULLARIN KÖMƏYİ İLƏ GEOLOJİ XƏRİTƏ ALMA, FAYDALI QAZINTILARIN AXTARIŞI VƏ KƏŞFİYYATI

§ 114. Məhəlli xəritə alma

Məhəlli tədqiqatlarda aşağıdakı məsələləri həll edirlər. Yerin daxili quruluşunun öyrənilməsi geotektonik rayonlaşma, ərazidə faydalı qazıntıların yerləşməsi. Bu işlər məlumat almaq məqsədi ilə aparılır.

Məhəlli tədqiqatlarda geofizika üsulu yeganə həqiqi və düzgün geoloji məlumat alma mənbəyidir. Bu dərinlik və quruluş geoloji

üsula ayrılır. Yerin dərin qatlarını öyrənən geofiziki üsullara aşağıdakılar daxildir. Seysmik kəşfiyyat, qravi kəşfiyyat, maqnit kəşfiyyatı və elektrik kəşfiyyatı.

Seysmik kəşfiyyatda Yer qabığını tədqiq etmək üçün dərin seysmik zondlama, profilləmə və seysmoloji üsuldən (uzaq və yaxın ərazilərdən gələn dalğaları qeyd etməklə) istifadə olunur. 100-1000 km-lərlə uzanmış seysmik profillər bizə imkan verir ki, litosferin elastiklik xassələrinə görə Yerin daxili quruluşu haqda mülahizələr irəli sürək. Seysmik üsul ən dərin tədqiqat mənbəyidir, ona görə də bunun köməyi ilə Yerin ən dərin qatlarında Yer qabığının əsas səthlərinin sərhədlərinin təyin olunması (litosfer), Maxoroviç səthini, Konrad sərhədini öyrənir, kristallik bünövrənin üst qatını və s. öyrənməyə imkan yaradır. Bu üsul çökmə qatın quruluşunun da öyrənilməsinə imkan verir. Maxoroviçin alt sərhədində mantiya yerləşir üst qatı litosferə daxildir, bu da seysmik üsulla xəritəyə alınır. Yer qabığının əmələ gəlməsində və inkişafında okeanın altındakı dağ silsilələri və kontinental rift kimi xətti strukturlar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Rift sistemləri, elastik xassələrin dəyişməsi ilə bərabər eyni zamanda maqnit, sıxlıq və xassələrlə təsvir olunur. Bunlar qravi kəşfiyyat, maqnit kəşfiyyatı üsulları ilə xəritəyə alınır, eyni zamanda geofiziki üsullarla da burada yaranan fiziki sahələri bir-birindən asanlıqla ayırmaq olar.

Maqnitellurik cərəyan üsulu Yer qabığının dərin qatlarının və mantiyanın elektrik keçiriciliyini, o cümlədən, Yerin dərin qatlarında mantiyada yerləşən elektrik keçiriciliyi kristallik süxurun keçiriciliyindən 3-4 tərtib çox olan kütləli qatın öyrənilməsinə imkan verir. Məhəlli quruluşu öyrənən geofiziki tədqiqat iki mərhələdə aparılır: birinci mərhələdə geofiziki üsulla Yer qabığında əsas geoloji quruluş ayrılır, ərazinin ümumi quruluş planı aydınlaşdırılır. Yer qabığının əsas ümumi vahidinə dərin qırılmalar, okean quruluşları, mərkəzi okean dağ silsilələri, geosinklinal və platformalar daxildir. Adları çəkilən quruluş vahidlərini aşkar etmək üçün 1:200.000 miqyasında qravimetrik və aeromaqnit planmaları, istinad kəsilişlərində isə seysmik və elektrik kəşfiyyat işləri aparılır.

Kristallik özülün və çökmə qatın quruluşunu və tərkibini öyrənmək üçün ikinci mərhələnin qarşıya qoyduğu geofiziki kəşfiyyat məsələsinin həllinə baxılır. Özülün əraziləri üçün üç yaruslu (aşağıdan yuxarı) quruluş, kristallik özülün, metamorfikləşmiş süxur tapıntıları, qırışıqlarla qırılmalar, müxtəlif tərkibli intruziyalarla yarılib çıxan orta quruluş yarusu, effuziv, terrigen karbonatlı komplekslər və kristallik özülün üstünü örtən çökəkliklərdəki, qismən metamorfikləşən komplekslər; çökmə yolu ilə əmələ gələn örtüyü, zəif diferensiallaşmış metamorfizmə uğramamış süxurlardan ibarətdir. Nadir hallarda intruziyalarla yarıılır. Qeofizika üsulu ilə platformalarda kristallik özülün səthinin relyefi tərkibi və daxili quruluşu öyrənilir, burada çökmə və aralıq yarusları bir-birindən ayrılır və bunların daxili quruluşları aşkar edilir.

Özülün yerləşdiyi dərinlik və səthinin relyefi demək olar ki, bütün geofiziki üsullarla öyrənilə bilər, belə ki, özülün metamorfik süxuru fiziki xassələrinə görə bunun üstündə yerləşən aralıq yarusunda olan və çökmə örtüyün süxurlarından kəskin fərqlənir. Özülün səthi yüksək sürətli (5500-6500m/s) sınaq dalğalar sərhədinə çevrilir, ona görə də sınaq dalğalar seysmik üsulu əsas tədqiqat üsullarının biri olur.

Özülün tərkibini və quruluşunu geofiziki üsulların hamısı ilə öyrənmək olar. Özülün sıxlığına, maqnit, elastik xassələrinə görə fərqlənməsi bizə burada dərin qırımlarla məhdud olan blokları ayırmağa imkan verir. Məhəlli struktur tədqiqatlarında, maqnit kəşfiyyatı üsulu xüsusi rol oynayır. Bu üsul təxmini olaraq Yer qabığında müxtəlif inkişaf tarixli böyük blokların sərhədlərini, platformaları, platforma düşmə və qalxmalarını, geosinklinolları, dağətəyi və dağlararası çökəklikləri, qırışıqlarla səciyyələnən zonaların (qurşaqların) izlənməsini və tektonik hərəkətlərin elementlərinin təyini, tektonik pozulmaların istiqamətinin təyini, dayka komplekslərin izlənməsi və intruziya və effuziv maqnetizm yaradan sahələri və s. aşkar etməyə imkan verir. Çökmə örtüyün tərkib və quruluşunu öyrənməkdə xüsusən sərfəli olan seysmik və elektrik

kəşfiyyatdır. Qeofiziki nəticələrin kompleks təhlili ilə özülün üst qatının relyefin geoloji və qeofiziki kəsilişlərin və s. fiziki sahələrin xəritəsi qurulur. Bu və ya digər faydalı qazıntıları ehtimalı olan sahələri qeyd etməklə geoloji quruluş xəritəsi qurulur.

§ 115. Orta miqyaslı geoloji xəritəalma

Geofiziki işlərdə, orta miqyaslı xəritəəlmada adətən əvvəlcə geoloji xəritəalma aparılır. Qarşısında qoyduğu məsələyə görə bu kiçik miqyaslı, məhəlli xəritəalma ilə çox yaxındır, ona görə də bunu çox hallarda məhəlli xəritəalma ilə bir mərhələdə aparırlar.

Orta miqyaslı xəritəəlmada kompleks geofiziki işlər görülür. Buraya daxildir; aeromaqnit planalma, qravi kəşfiyyat, elektrik kəşfiyyatı seysmik kəşfiyyat. İşlər 1:200.000 miqyasında yaxud 1:100 000 miqyasında aparılır.

Platforma ərazisində qeofiziki nəticələr bünövrənin səthinin relyefini tərkibini, quruluşunu və çökmə örtüyünü öyrənmək üçün istifadə edilir.

Kənar cökəkliklərdə geofiziki tədqiqatlar, əsasən, çökmə örtüyün tərkibini, quruluşunu öyrənmək üçün istifadə olunur. Belə halda cökəkliyin sərhəd zonasında çökmə qatının yatım bucağı kəskin dəyişir, müxtəlif yaşlı süxurlar burada uyğun olmayaraq yerləşir, bunu təyin etmək üçün maqnit və qravi kəşfiyyat əsas rol oynayır. Cökəkliyin mərkəzi hissəsində elektrik və seysmik kəşfiyyatlarla keyfiyyətli tədqiqatlar ayrı-ayrı profillərlə və kəsilişlərlə aparıla bilər.

Dağarası cökəklikləri və cala-çuxur əraziləri platforma ərazisində ayrılan eyni kompleks geofiziki üsullarla öyrənilir.

Qırıqlıq ərazilərdə ana süxurlar üzə çıxır, yaxud çox da qalın olmayan çökmə süxurları ilə örtülür. Burada əsasən tədqiqat işləri maqnit yaxud qravi kəşfiyyat üsulları ilə aparılır. Seysmik və elektrik kəşfiyyatını istinad profillərində və açıq sahələrdə kömür və neftin varlığı güman olunan sahələrdə aparırlar. Orta miqyaslı xəritəəlmada geofiziki tədqiqatların nəticələri özünü fiziki sahələrin xəritəsindəki kimi əks etdirir. Xəritə 1:200 000 miqyasında qurulur.

§ 116. Böyük miqyaslı xəritəalma

Böyük miqyaslı geoloji xəritəalma böyük miqyaslı məlumat xəritəsinin tərtib edilməsi məqsədi ilə aparılır. (miqyas 1:50 000,1:25 000). Bu mərhələnin əhəmiyyətliyi bundan əvvəlki mərhələlərdəki işin keyfiyyətindən asılıdır, (planalmanın miqyası 1:200 000).

Əvvəlki mərhələnin nəticələri imkan verir ki, tədqiqat aparılan ərazidə daha dəqiq tədqiqat aparmaq üçün sahəni məhdudlaşdırsın, fiziki və geoloji model yaratsın, axtarış meyarı hazırlasın. Geofiziki işlər iki mərhələdə aparılır. Birinci mərhələdə göstərilən miqyasda kompleks aerogeofiziki planalma işi aparılır, bu tez və az xərc çəkməklə böyük ərazidən geoloji məlumat almağa imkan verir. Aerogeofiziki planalma 1-2 il əvvəl aparılır. Əvvəldən aparılmış geofiziki işlər növbəti geoloji planalmanın geoloji-geofiziki əsasının işlənilib hazırlanmasına kömək edir. Geofiziki işlərin ikinci mərhələsində geofiziki işlə paralel geoloji planalma işi aparılır. Bu geoloji üsulun keyfiyyətsiz nəticələr alındığı zamanı aparılır, yaxud böyük həcmli dağ mədən və ya quyu qazma işlərinin aparılması tələb olunan zaman. Demək olar ki, bu miqyasda aparılan geoloji-geofiziki tədqiqat işləri özlüyündə kəşfiyyat xəritəalma rolunu oynayır.

Kəşfiyyat xəritəəlmada kompleks geofiziki üsulun effektivliyi təkcə fiziki kəmiyyətlərlə təyin olunmur, eyni zamanda təbiətin yaratdığı şəraitdən də asılıdır (relyefin ayrılması, parçalanması, hidroqrafik şərait və s). V.İ Krasnikovun (1965) təsnifatına görə geoloji-geofiziki tədqiqat ərazilərini üç tipə bölmək olar. Acıq ərazilər- bu qırıqlıqlı ərazi maqmatik və metamorfik süxurlarla təzahür olunan dördüncü dövr çökmə süxurları ilə az örtülən (əsasən çay kənarlarında çökmə örtük olmayan ərazi) ərazilərdir. Yarım açıq ərazilər çökmə layın qalınlığı 500 m-ə qədər ola ərazilər hesab olunur, çökmə örtük bünövrənin üzərində meyilli yerləşir, maqmatik süxurlar zəif təzahür edir, bərk faydalı qazıntılar ya lay yaxud linzaya oxşar şəkildə olur. Bağlı ərazilərdə qırıqlıqlı süxurlar (kristalikal binövrə) çökmə süxur ilə örtülmüşdür. Bunun qalınlığı 500 m-dən çox olur, örtüyün süxurları demək olar, tam horizontal yerləşir.

Bünövrəli yerdəyişməyə məruz qalan faydalı qazıntılar lay şəkilində yerləşir.

Kəşfiyyat və xəritəalma işlərində aparılan üsullardan biri aeromaqnit planalmadır. Bu üsulla xüsusilə yaxşı nəticələri açıq ərazilərdə 50 000 miqyasda planalma işi aparmağa başlamamışdan qabaqkı mərnələdə alınır. Bununla birlikdə aeroqamma spektrometrik planalma işləri də aparılır. Bundan eyni zamanda həm xəritəalma, həm radioaktiv elementlərin yataqlarının, həm də nadir torpaq lərinin kəşfiyyatı üçün istifadə olunur. Üstü örtülmüş ərazilərdə aparıcı rolu elektrik profillmə, zondlama və seysmik kəşfiyyat üsulları oynayır.

Qarşıya qoyulan məsələdən və ərazidən asılı olaraq təfsilatı ilə işi aparmaq üçün qravi kəşfiyyatdan, Yer üstü maqnit kəşfiyyatından, təbii elektrik sahəsindən, təbii və sünii yaradılmış polyarizasiya, təbii dəyişən elektrik cərəyanı sahəsindən, elektrik profillmə, zondlama, seysmik kəşfiyyatdan maqnitotellurik zondlama üsulundan istifadə etmək əlverişlidir. Çöl işləri ərazidən nümunələr götürməklə aparılır ki, həmin nümunələrdə süxurların fiziki xassələri öyrənilir.

Geofiziki işlərdən alınan məlumatlar kompleks olaraq təhlil olunur, burada imkan dairəsində bütün geofiziki, geoloji, geokimyəvi, geomorfoloji nəticələrin hamısı cəlb olunmalıdır. Kəşfiyyat və xəritəalma işlərin nəticələri geoloji struktur fiziki sahə, tektonik sxemlər xəritəsində və geoloji-geofiziki kəsilişlərdə öz əksini tapır.

Geoloji-geofiziki kəşfiyyat və xəritəalmaların köməyi ilə tədqiqat aparılan ərazidə bu və ya digər faydalı qazıntılar yatağının olub-olmaması haqda bilavasitə məlumat almaq olur.

§ 117. Neft qaz və daş kömür yataqlarının axtarışı və kəşfiyyatı

Neft, qaz, daş kömür yataqları çökmə süxurlar dəstəsinə daxildir. Bu tip yataqların əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, kütlələr kəsilişdə müəyyən stratiqrafik vəziyyətdə durur, ya lay ya da linza formasına malikdir. Belə şəraitdə geofiziki üsulun tətbiqi struktur və litoloji-stratiqrafik əlamətlərinə görə buranın quruluşunu

aşkar etmək istiqamətinə yönəldilir, bu struktur quruluşda hansı əlverişli faydalı qazıntının toplanmasını aşkar etməyə imkan verir. Neft qaz yataqları antiklinal strukturlarla yaxud layların pazlaşma zonaları şəklində olan ərazidə (litostratiqrafik tələlərdə) və duz gümbəzləri və kələ-kötür quruluşa malik ərazilərlə sıx əlaqədardır. Neft-qaz yataqları Azərbaycan ərazisində, əsasən, antiklinal və pazlaşma strukturları ilə əlaqədardır, kəsilişlərdə laylar, kollektorlar var ki, gilli laylarla örtülüdür. Bu strukturları təşkil edən laylı kəsilişdə bir neçə istinad əks etdirici və sındıran sərhədlər var. Bu da imkan verir ki, antiklinal quruluşlu əraziləri öyrənmək üçün seysmik kəşfiyyat üsulunu tətbiq edək. Axtarış 1:100 000 1:50 000 miqyasında aparılır. Seysmik kəşfiyyat çox baha olduğundan bir çox hallarda ilk mərhələdə axtarış üçün qravi, maqnit, elektrik kəşfiyyatından istifadə olunur. Antiklinal qalxmalar, bir qayda olaraq böyük sıxlığa malik olur. Müxtəlif səbəblərdən Δg anomalyası ya zəifləyir ya da güclənə bilir və bunun işarəsi də dəyişə bilər.

Layların pazlaşma zonaları regional xəritəalmada əhəmiyyətli dərəcədə seysmik, qravi və elektrik kəşfiyyat üsulları ilə aşkar edilir. Duz gümbəzli və çala-çuxurlu strukturlar qravi və seysmik kəşfiyyatla çox aydın qeyd olunur, ancaq seysmik kəşfiyyatın dəyəri çox olduğundan ondan həmişə istifadə etmək olmur, bu iqtisadi baxımdan əlverişli deyil. Çala-çuxur relyeflər üçün dəqiq axtarış işi yüksək dəqiqlikli qravi və seysmik kəşfiyyat quyu qazmaqla birlikdə aparılır.

Neft yataqlarının axtarışı üçün seçilən kompleks üsullar ilk növbədə çökmə yolu ilə əmələ gələn layların müxtəlif sıxlığa və elektrik xassəsinə malik olması, orqanizmlərlə zəngin olan karbonatlı kələ-kötürlü rift süxurları, duz layları, quruluşda tələ rolunu oynayır. Çox hallarda aşkar olunan strukturlar yataq yarada bilmir. Neft-qaz yataqlarını axtarmaq üçün əlaqəsiz, yəni bilavasitə üsul mövcuddur ki, birbaşa anomalyanın yaratdığı sahəni öyrənir, bunlar yatağın özü tərəfindən yaradılıb. Neft və qaz yataqları özlərinin fiziki xassələrinə görə yerləşdiyi süxurun fiziki xassələrindən fərqlənirlər, bundan başqa neft daxilində yerləşdiyi süxurlarla qarşılıqlı təsirdə olub onun

fiziki xassələrini dəyişdirir. Neft-qaz yataqları uzununa dalğanın sürətinin kiçik qiyməti ilə fərqlənir, eyni zamanda akustik codluqda azalır, dalğaların udulma qabiliyyətini təsvir edən əmsalın artması, sıxlığın azalması, elektrik müqavimətinin artması ilə müşahidə olunur. Neft yataqları üzərində kimyəvi reaksiyalar nəticəsində temperatur $1-5^0$ artır, Yerin dərin qatlarından gələn istilik selinin hesabına yataqda dəyişmə prosesi baş verir. Bu xüsusiyyətlər neft-qaz yataqlarının kompleks üsullarla, o cümlədən, yüksək dəqiqlikli qravi kəşfiyyat, qayıdan dalğalar üsulu və termometriya üsullarının köməyindən bilavasitə istifadə etməyə imkan verir. Neft-qaz yataqlarının axtarışını başlıca olaraq karataj üsulu ilə həyata keçirirlər. Kəşfiyyat işlərində neft və qaz ola bilən strukturları seçmək üçün quyu qazırlar və burada karataj üsulu ilə kompleks tədqiqat işləri aparılır. İlk növbədə aşağıdakı məsələlər həll olunur: kollektor layların ayrılması, onun mayelərlə doyma xüsusiyyətinin təyini, müxtəlif mühitlərin toxunma sərhədlərini: su-neft, su-qaz, neft-qaz, və hər layın qalınlığı təyin olunur və nəhayət quyu kəsilişləri müqayisə olunur.

§118.Çökmə və vulkanogen çökmə mədənləri. Bu ən böyük faydalı qazıntı yataqlarıdır, buraya çoxlu miqdarda dəmir, marqans, misli qum daşları, misli şistlər, qurğuşun-sink mineralaşmaları, boksitlər və s. daxildir. Çökmə yolu ilə əmələ gələn mədənlər ya lay, ya da linza formasında olurlar. Platforma şəraitində laylar qalınlığını və yatım istiqamətini saxlayır, geosinklinal ərazilərdə layların qalınlığı, istiqaməti, yerləşdiyi Yer quruluşu dəyişir və metamorfizmə məruz qalır. Belə qrup mədənlərin geofiziki üsulla axtarılması dəqiq fiziki geoloji şəraitdən asılıdır.

Çökmə tip dəmir filizi mədənləri əsasən sinklinal çökəkliklərində (muldalarda) əmələ gəlir. Belə quruluşların axtarışı 1:50.000, 1:25.000 miqyaslı maqnit, qravi, elektrik kəşfiyyatları ilə aparılır.

Marqans kəşfiyyat işlərində, əsasən, depresiya strukturlarının və çökmə süxurlarının litoloji tərkib hissələrinə

ayrılması əsasən, aeromaqnit və qravi kəşfiyyatla eyni zamanda struktur elektrik kəşfiyyatı ilə həll edirlər. Əsas mis mənbəyi misli qum daşlarıdır. Mədənlər çox hallarda qırıqlıqlı strukturlarda əmələ gəlir və kəsilişlər fiziki xassələrinə görə bir-birindən yaxşı seçilə bilər. Filizlə zəngin olan layların aşkar edilməsi və litoloji izlənməsi həmin süxurların yüksək sıxlığa, seysmik dalğaların böyük yayılma sürətinə və böyük elektrik keçiriciliyinə malik olması ilə təsvir olunur. Bunlar imkan verir ki, kompleks geofiziki qravi, seysmik, elektrik kəşfiyyat üsullarından istifadə edərək bu məsələləri həll etmiş olsun.

§119. Tikinti materialları, faydalı qazıntı yataqları. Qum, gil, mərmər və vulkanik massivlər (qranit, qranodlorit sistemi) elektrik bölmələrinə görə çox aydın bir-birindən fərqlənir və bunları aşkar etmək üçün elektrik kəşfiyyatı üsulundan, elektrik profilləmədən istifadə olunur.

Daxili səbəblərdən əmələ gələn yataqların əsas xüsusiyyəti intruziv massivlərlə əlaqədar. Buraya əsasi, ultrasəsasi və qələvi süxurlar daxildir. Bu əlaqə süxurun genetikasından və məkandakı yerindən asılıdır, buna görə də geofiziki üsullarla aşağıdakı axtarış məsələləri həll olunur: 1.İntruziv kütlələr ehtimal olan sahələrinin seçilməsi, 2.İntruziyaların aşkar edilməsi, sərhədlərin çəkilməsi, tərkibinin və quruluşunun təhlili. Bu nu ona görə edirlər ki, intruziv kütlələr içərisində filiz yığıla bilən sahələr ayrılısın.

İntruziv süxurlar fiziki xassələrinə görə fərqlənir, bu məsələlərə görə intruziyalar geofiziki işlər aparmaq üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən hədəfdir. Geniş istifadə olunan geofiziki üsullar aşağıdakılardır: maqnit, qravi, qamma-spektrometriya və s. Massivin formasını öyrənmək üçün seysmik kəşfiyyat üsulundan istifadə olunur.

İntruziyanın təbəqələşməsi ilə əlaqədar olan yataqlar. Belə yataqlara xromit, titanomaqnetit, platin, mis-nikell, nefelinli apatit və nadir torpaq elementləri daxildir. Filiz kütlələri adətən, intruziyanın daxilində yerləşir nadir hallarda bu hüdudlardan kənara çıxır.

İntruziyalar fiziki xassələrinə: maqnit qavrayıcılığına, sıxlığına, elektrik keçiriciliyinə, elastik dalğaların sürətinə və s. görə yerləşdiyi süxurlardan çox fərqlənir,

Mədən axtarma mərhələsində həll olunan məsələlər: 1) İntruziyalarla zəngin olan zonaların aşkar edilməsi, 2) intruziyaların özlərinin daxili quruluşunun öyrənilməsi, məqsəd bunun daxilində filizin bir Yerə toplanmasına şərait olan sahələrin aşkar edilməsidir. Kəşfiyyat geofiziki işlər aeroüsulla aparılır.

Apatit-nefelin filizi (yataqları) qələvi tərkibli intruziyaların qatlara ayrılması ilə əlaqədardır. Süxurlar və filizlər sıxlığına və maqnit qavrayıcılığına görə fərqlənir, bunlar imkan verir ki, bütün axtarış işlərində maqnit və qravi kəşfiyyat üsullarından istifadə olunsun.

Mis-nikel sulfid yataqları, ultraəsaslı və əsaslı massivlərlə

əlaqədardır. Filiz zonalarının vəziyyəti zonanın laylara ayrılması,

dağılması, süxurların hidrotermal dəyişməsi və toxunma

Yerlərində müxtəlif tərkibli süxurların olması ilə nəzarət olunur.

Məhəlli işlər aparma ərəfəsində aeromaqnit kəşfiyyatı,

qravikəşfiyyat, elektrik kəşfiyyatı üsullarından istifadə olunur.

Geofiziki planalmanın nəticələri qırışıqlarla səciyyələnən zonaları

ayırmağa imkan verir. İntruziyanın axtarışı və morfologiyasının

öyrənilməsi maqnit kəşfiyyatı və qravi kəşfiyyatla aparılır. Sulfid

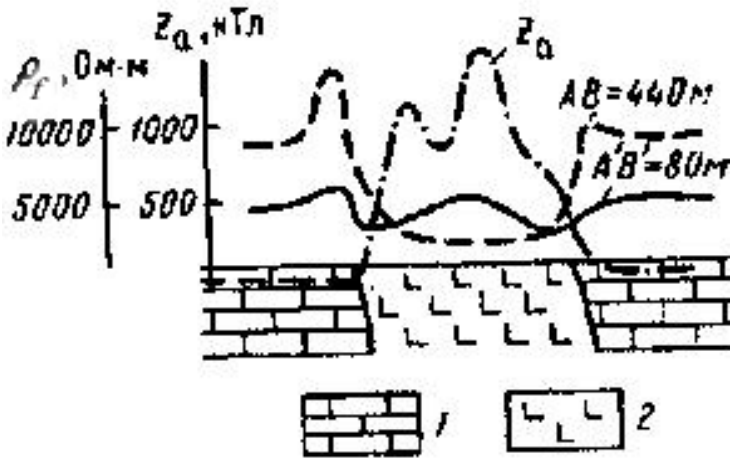
minerallaşmasının axtarışı və izlənməsini elektrik kəşfiyyatı üsulu

ilə aparırlar.

Ultraəsasi, əsasi süxur massivlərində laylara ayrılmayan və pis ayrılan yataqların axtarışı.

Buraya çoxsaylı yataqlar almaz, xrom, peqmatitli platin və başqa faydalı qazıntılar daxildir. Xromit yataqları ultraəsasi süxurlarda cəmləşirlər və yüksək sıxlığı və yaxud zəif maqnitliyi ilə fərqlənirlər. Xüsusi müqavimətinə görə yerləşdiyi süxurdan seçilmir, buna görə də xrom axtarma işlərində qravi kəşfiyyatdan istifadə olunur. Xəritəalma məsələlərində və ultraəsasi massivlərin sərhədlərinin aşkar olunmasında aeromaqnit kəşfiyyat üsulundan istifadə olunur. Peqmatit yataqları nadir torpaq elementləri, slyuda, keramika xammal mənbəyi adlanır. Qruluşuna və genetikasına görə peqmatit biotitli qranit massivləri qırıqlı platforma çərçivəsində müxtəlif yaşlı quruluşların birləşdiyi Yerlərlə əlaqədardır. Yatağın axtarışı üçün aeromaqnit və qravi kəşfiyyat üsullarından istifadə olunur, yatağın tam dəqiqləşməsi üçün elektrik profilləmə üsulundan istifadə olunur.

Köklü almaz yataqları kimberlit borularındakı kütlələr ilə əlaqədardır, bunlar dayka damar, yaxud boru şəkilli olurlar. Kimberlit kütlələri və yerləşdiyi süxurlar maqnit xassələrinə görə bir-birindən fərqlənən laylara ayrılırlar. Kimberlit süxurlarının maqnitliyi çox yüksəkdir. Kimberlitlərin yerləşdiyi və üstünü örtən çökmə süxurları maqnit xassələrinə malik deyil. Bəzən kimberlit kütlələri trap qayaları ilə örtülür. Belə ki, onlar maqnit xassələrinə görə geniş hədudda dəyişməsi ilə təsvir olunur. Ona görə də kiçik qalınlıqlı çökmə süxurları ilə örtülən kimberlit trubkalarını axtarmaq üçün geofiziki üsullardan əhəmiyyətli sahələri ayırmaq üçün 1:200 000 miqyasında aeromaqnit kəşfiyyatından və qravi kəşfiyyatdan istifadə edirlər. Kimberlit borularının axtarışını kompleks geofiziki üsullarla aparırlar, buraya aeromaqnit kəşfiyyat, Yerüstü maqnit axtarışı miqyası 1:10 000 və 1:5000, daxildir. Elektrik kəşfiyyatı induksiya üsulu ilə və yüksək dəqiqlikli qravi kəşfiyyatla həmin miqyasda axtarış işi aparılır (şəkil101).



Şəkil 101. Kimberlit borusu üzərində geofiziki işlərin nəticələri: 1-əhəngdaşlı dolomit; 2-kimberlit.

Skarn tipli yataqlar çox saylı faydalı qazıntı mənbəyidir. İlk növbədə dəmir filizi, volfram, molibden-volfram, mis-polimetallik, mis, qurğuşun-sink nadir hallarda qızıl yataqlarının mənbəyidir. Skarn yataqların formaları çox müxtəlifdir. Axtarış hədəfi skarn kütləsinin və qranitoid intuziyasının təyini.

Skarnlar və qranitoidlər yerləşdiyi süxurun maqnit qavrayıcılığının böyüklüyü ilə, qamma aktivliyinə, elastik dalğaların kiçik yayılma sürətinə, az xüsusi müqavimətinə malik olması ilə fərqlənir. Dəmir filizli skarn yatağı yerləşdiyi süxurdan böyük sıxlığı ilə fərqlənirlər. Skarn yataqlarının axtarışında həll edilən əsas məsələlər aşağıdakılardır: 1) Skarn tipli yataqların ayrılması, 2) Əhəmiyyətli sahələrdə həcmi xəritəalma, o məqsədlə aparılır ki, sahənin quruluşunun litoloji-maqmatik kriteriyalarını təyin etsinlər. Bu məsələləri həll etmək üçün kompleks geofiziki üsullardan: aeromaqnit və Yerüstü maqnit plana alması aparılır. Bu işlər qravi axtarış, seysmik və elektrik axtarış üsulları ilə tamamlanır.

Volfram və molibden-volfram filizləri yüksək polyarizasiya olma qabiliyyətinə malikdir və bu filizləri axtarma kompleks geofiziki

üsullarla elektrik kəşfiyyatı üsulu daxil olmaqla maqnit və qravikəşfiyyat üsulları ilə tamamlanır.

Müxtəlif materiallarla zəngin olan filizlər yerləşdiyi süxurlardan yüksək sıxlığına, elektrik keçiriciliyinə polyarizasiya olmasına, süxurda pirrotin və maqnetitin olması ilə maqnit qavrayıcılığının artması ilə fərqlənilir. Bilavasitə qurğuşun və sink yataqlarını axtarıqda metalometriyanı tətbiq edirlər kompleks geofiziki üsullardan, elektrik qravi kəşfiyyatdan və, bəzi ərazilərdə isə əlavə olaraq maqnit kəşfiyyatı üsulundan istifadə olunur.

Karbonat yatağı sənaye əhəmiyyətli nadir torpaq elementlərindən sirkon, stronsi, eyni zamanda maqnitit, apatit, flaqopit, vermukulit sement zavodları üçün karbonatlı xammal mənbəyidir. Karbonatlar genetik olaraq ultraəsasi və qələvi süxurları ilə əlaqədardır. Filiz yatağı adətən, intruziyanın daxilində izometrik formaya malikdir, sahəsi 100m^2 -dən 15 km^2 -ə qədər olur. Intruziyalar yerləşdiyi süxurdan, yüksək maqnit qavrayıcılığına malik olması ilə fərqlənilir. Geofiziki axtarışların əsas məsələsi aşağıdakılardır: 1-ultraəsasi qələvi və karbonatların xəritəyə alınması; 2-faydalı gələcəyi olan sahələrin tektonik quruluşunun xüsusiyyətlərinin öyrənilməsidir. Geoloji məsələnin həlli ola bilsin ilk növbədə aeromaqnit və qamma elektrometrik planalmadır. Yer səthi tədqiqatlar da həmin üsulları tətbiq edirlər.

Çatlı metasamotik və damar tipli yataqlar. Bu, çox geniş yayılmış dəstə yataqlarıdır, buraya mis kolçedanı, polimetallik, mis-poli-metallik, qızıl-gümüş, sürmə, civə, arsen, qalay, flyorit, barit, siderit, maqnezit, volfram, molibden, uran daxildir. Belə yataqlar geofiziki xassələrinə görə bir-birinə çox yaxındır. Bu yataqlar üçün əlverişli sahələr vulkanogen çökmə massivləridir. Burada üstünlük əsasi və turş vulkanogen formasiyalara verilir. Buraya süxurların hidrotermal metamorfikləşmə zonası dərin qırışıqları olan ərazi, tektonik pozulmuş və çatlarla səciyyələnən ərazilər daxildir. Tektonik dağılmış zonalarda maqnit sahəsi pirrotinləşmənin nəticəsində artır. Yatağı özündə yerləşdirən süxurlarda hidrotermal dəyişmələr baş verir (varslaşma, serpentinləşmə, karbodatlaşma və

pritləşmə). Belə süxurların sıxlığı süxurun yaşı artdıqca artır. Bütün bu süxurlar elektrik və maqnit xassələrinə görə bir-birindən yaxşı ayrılırlar.

Çatlı metsamotik və damar yataqlarının axtarışında geofiziklər qarşısında aşağıdakı məsələlər durur: 1) yataq saxlayan ərazinin quruluşunun və xüsusiyyətlərinin aşkar edilməsi; 2) süxurların təmas sərhədinin xəritəyə alınması və petroqrafik növlərə ayrılması; 3) dəyişmiş süxurların xəritəyə alınması. Bu məsələlərin həlli üçün ilk növbədə aeroqamma-planalma və aeromaqnit axtarışları üsulu istifadə olunur. Yerüstü tədqiqatlar maqnit kəşfiyyatı üsulu ilə başlayır və qravi, elektrik kəşfiyyatı üsullarından istifadə olunaraq davam etdirilir.

Qızıl kvarts damarlarını, sulfid formasiyalarını kompleks geofiziki elektromaqnit quyu elektrik kəşfiyyat üsulları ilə aparırlar. Bilavasitə qızıl yataqlarının axtarışını aparırlar.

Uran yataqlarının axtarışını kompleks üsullarla aparırlar. Birinci mərhələdə ərazinin morfologiyasının aşkar edilməsi və öyrənilməsi ilə məşğul olurlar. Bu işləri aparmaq üçün maqnit və qravi kəşfiyyat üsulundan və dərin seysmik zondlama üsulundan istifadə olunur. İkinci mərhələdə yüksək radioaktivlikli intruziyalar ayrılır və böyük qırıxıqlı ərazilər qeyd olunur, demək olar ki, sənaye əhəmiyyətli yataqların hamısı buradan başlayır. Bu tədqiqatlarla 1:50 000 miqyasında xüsusi geoloji xəritə qurulur. bu işə bilavasitə axtarış aparmaq üçün sahələrin seçilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Metamorfogen yataqlar. Bu yataqlar metamorfikləşmə prosesləri ilə əlaqədardır və əsasən, dəmir filizi, marqans yatağı, titan filizi, qrafit, kianit, silimanit, floqopit, korund və s. ehtiyatları burada cəmləşir.

Dəmir filizi yataqları qırıxıq quruluşlu ərazilərdə nəzarət olunur və kəskin olaraq maqnit və qravi tasiyə sahələri artır. Bu imkan verir ki, belə yataqların axtarılmasına, maqnit və qravikəşfiyyat üsulları cəlb olunsun, birinci mərhələdə aeromaqnit planalma, ikinci mərhələdə qravimaqnit, elektrik seysmik kəşfiyyatlar üsulundan istifadə olunur. Adları çəkilən kompleks üsullarla çökmə,

metamorfik kompleksləri bir-birindən ayırırlar, qırıxıqlı ərazilər öyrənilir, sonra dəmirli kvarsitlər xəritəyə alınır, onların yatım elementləri bu əraziləri örtən süxurların qalınlığı təyin edilir.

Gilli şistlər titanlı metamorfogen yataqların axtarışı pis keçirici metamorfik süxurlara nisbətən yüksək elektrik keçiriciliyinə malik olmasına əsaslanıb. Bunun axtarışı üçün şaquli elektrik zondlamasından və elektrik profilləməsindən istifadə olunur.

Qrafitli süxurların xəritəyə alınmasında əsasən təbii sahələrdən istifadə olunur, korund axtarışında kompleks üsullarla, maqnit kəşfiyyat üsulundan yaxud simmetrik elektrik profilləmə üsulundan istifadə olunur və dəqiq gravi kəşfiyyat üsulu ilə tamamlanır.

XXIX FƏSİL

GEOFİZİKİ ÜSULLARIN GEOLOJİ-MÜHƏNDİS VƏ HİDROGEOLOJİ TƏDQIQATLARDA İSTİFADƏSİ

Axır vaxtlar geofiziki üsullardan hidrogeoloji və geoloji mühəndis tədqiqatlarının aparılmasında çox geniş istifadə olunmağa başlayıb. İşin əsas növü hidrogeoloji və geoloji mühəndis planalma və Yeraltı suların kəşfiyyatı və axtarışı məqsədi güdür. Bundan başqa tikinti obyektlərinin bünövrəsinin tədqiqində geniş istifadə olunur.

§ 120. Hidrogeoloji və mühəndis geoloji planalma

Planalma işləri (1:1000 000- 1:100 000 miqyasda) dövlət əhəmiyyətli və (1:50 000 miqyasında) ixtisaslaşdırılmış hissəyə bölünür. Dövlət planmaları hidrogeoloji, geoloji-mühəndis məsələlərini həll etmək üçün aparılır. Dövlət planalmanın məqsədi Yeraltı suların

əmələ gəlməsinin qanunauyğunluğunu və qabaqcadan həmin suların ehtiyatının hesablanmasını, rayonun seysmikliyinin öyrənilməsini, geoloji-mühəndis proseslərini (sürüşmə, karstlar əmələ gələn Yerlər) süxurların fiziki və texniki parametrlərini (sıxlığı, elastiklik modulu, elektrik keçiriciliyi, temperatur şəraitini və s. öyrənməkdir. Bu məsələlərin həlli üçün ilk növbədə qravi və maqnit kəşfiyyat üsullarından istifadə olunur, bu tektonik strukturların məhəlli qanunauyğunluğunu öyrənməyə imkan verir. Bu mərhələdə əvvəllər aparılan qeofiziki tədqiqatların nəticələrindən istifadə olunur. İxtisaslaşdırılmış böyük miqyaslı xəritəalma işləri yuxarıda adları çəkilən işlərə əsaslanır və karataj və Yeraltı qeofiziki işlərlə tamamlanır. Hansı geofiziki üsulun seçilməsi rayonun fiziki geoloji modelindən, ya da ayrıca sahdəki işdən asılıdır.

Açıq sahələrdə planalma işləri sabit relyefli ərazidə aparılır, bu ərazi az meşəlikli yaxud bataqlıq olmayan ərazilər olmalıdır. Seysmik profillər arasındakı məsafə 40-80 km götürülür.

Açar rolu oynayan sahələrdə planalma işinin aparılması ərazinin keçilməz relyefə malik olduğuna görə edilir. Fraqmentli planalma, getmək mümkün olmayan qırıxıqlı dağlıq ərazilərdə aparılır. Müşahidə profilləri çaykənarı çökəkliklərinə perpendikulyar istiqamətdə seçilir, aralarındakı məsafə 20 km-ə qədər olmalıdır. Böyük miqyaslı mühəndis-geoloji planalmada geofiziki üsul Yer qabığının üst qatında yerləşən süxurların litoloji tərkibini, tektonikasını, süxurların mexaniki xassələrini öyrənmək üçün istifadə olunur. Bu məsələləri həll etmək üçün ilk növbədə müxtəlif modellərdə elektrik kəşfiyyatı üsulundan, seysmik kəşfiyyatın ağır yüklə Yerin səthinə vurmaqla alınan seysmik dalğaların köməyi ilə təyin olunur.

§ 121. Yeraltı suların kəşfiyyatı və axtarışı

Yeraltı suların kəşfiyyatı və axtarışında geofiziki tədqiqatlar sulu layların yerləşdiyi şəraitin aşkar edilməsi istiqamətində yönəldilməlidir. Geofiziki üsullar içərisində Yeraltı suların kəşfiyyatında ən məlumatlı üsul elektrik kəşfiyyatı üsuludur, bunun köməyi ilə çox suallara cavab tapmaq mümkündür. Bu ondan irəli

gəlir ki, süxurların elektrik xassələri süxurun nəmliyindən, bu suların duzluluğundan Yeraltı suyun növündən (süxurun boşluqlarını, çatlarını, məsamələrini dolduran suyun dərəcəsi: bağlı, sərbəst, bərk) asılıdır. Elektrik parametrlərinin süxurun su ilə doyma dərəcəsi arasında əlaqə cədvəldə göstərilib və bir neçə empirik asılılıqlarla ifadə olunub.

Elektrik kəşfiyyatından başqa bu məsələlərin həlli üçün seysmik, az hallarda qravi- maqnit, termometriya, radiometriya və nüvə fizikası üsulları istifadə olunur.

Qrunt suları Yeraltı sel kimi (10 m-dən-30m-əqədər) çox da dərin olmayan qatlarda yerləşir.

Qrunt suları olan ərazidə geoloji kəsilişlər üfüqi laylardan ibarətdir. Ona görə bunun öyrənilməsi üçün şaquli elektrik zondlama və gətirilmiş polyarizasiya üsulundan istifadə olunur. Sulu layları izləmək üçün açıq sahələrdə iki paylama elektrodlu elektrik profilləmə qurğusundan istifadə olunur. Linza formalı şirin suları susuz ərazilərdə duzlu sulardan ayırmaq üçün şaquli zondlama üsulundan, tezlikli zondlamadan, radiokipdən və aeroelektrik axtarışları üsullarından olan fırlanan maqnit sahəsindən istifadə olunur.

Axırıncı iki üsulla linza formalı şirin su layı üzərində elektromaqnit sahəsinin komponenti olan maqnit gərginliyinin azalması müşahidə olunur. Yeraltı suların axma istiqamətinin sürətini yük üsulu yaxud təbii sahə üsulu ilə təyin edirlər (dördüncü hissəyə bax).

Artezian suları xeyli dərinlikdə yerləşirlər (1 km-ə qədər), ona görə də artezian hövzələrini tapmaq üçün elektrik kəşfiyyatından istifadə olunur (şaquli elektrik zondlamadan, elektrodlar arasında məsafə AB 10 km-ə qədər olur).

Çat, tektonik, karst suları çox hallarda karbonatlı süxurlarda yerləşir, terrigen metamorfik və vulkanik süxurların massivləri ilə gücləndirilir. Bu növ sular süxurlar dağılan, parçalanan yerdə toplanılır, bu suyu saxlayan həmin monolit süxurlar olurlar. Geofiziki tədqiqatlar qarşısında duran əsas vacib məsələ çatlarla

səciyyələnən sahələri, karst əmələ gələn hissələri, çatlı sahələrin qalınlığının təyini, layların su ilə doymasını, onların ehtiyatının hesablanmasını, köklü süxurların üst qatında depresiya zonalarının aşkar edilməsindən ibarətdir. Bu məsələlərin həllində elektrik kəşfiyyatı üsulu ilə bərabər maqnit və seysmik kəşfiyyat üsulu da tətbiq olunur.

Dəyirmi şaquli zondlama üsulu çatların əmələ gəlmə istiqamətini təyin etməyə, eyni zamanda yerləşdiyi dərinliyi, yatım bucağını təyin etməyə imkan verir.

§ 122. Geoloji mühəndis tədqiqatları

Geoloji mühəndis işlərində geofiziki tədqiqatlar özünəməxsus xüsusiyyətə malikdir, yəni öyrənilən hədəf az dərinlikdə yerləşir, böyük dəqiqliklə təyin olunmalıdır və düzgün nəticələr alınmalıdır. Bundan başqa, geofiziki üsul süxurun fiziki mexaniki xassələrini, tikinti aparma ərəfəsində isə geoloji mühəndis şəraitin dəyişməsinə öyrənməklə bərabər, qurulan (tikilən) binanın istifadəsi dövründə baş verən dəyişikliklərin öyrənilməsi ilə məşğul olur. Buna görə də elektrik kəşfiyyatı üsulu ilə bərabər seysmik kəşfiyyat, seysmoakustik və ultra səs üsulu bu məsələlərin həllində böyük rol oynayır.

Süxurların xəritəyə alınması, köklü süxurların relyefinin öyrənilməsi elektrik kəşfiyyat (EP) və seysmik kəşfiyyat üsulu ilə aparılır.

Ayrı-ayrı hallarda təbii elektrik sahəsindən istifadə olunur, bu üsulun köməyi ilə köklü süxurların relyefində Yeraltı suların azalma istiqamətində süzülüb axma zonalarını təyin edirlər. Əlverişli fiziki-geoloji şəraitdə köklü süxurların relyefin qravi kəşfiyyatla aydın aşkar etmək olur. Köklü süxurlar üçün əlverişli şərait onun laylara və bunu örtən boş süxurların sıxlıqlarına görə laylara ayrılmasıdır digər tərəfdən belə sahə Yer səthində tədqiqat aparılan sahənin relyefinin sabit olması deməkdir.

Qurunt sularının səviyyəsi tədqiqat aparılan sahələrdə əsasən şaquli elektrik zondlama üsulu ilə yanaşı seysmik profilləmə üsulu ilə də təyin olunur. Qurunt suyunun səviyyəsi uzununa dalğaları

sındıran səthə çevrilir və seysmik profilləmə zamanı uzununa baş dalğaların gəlmə müddətinin dəyişməsinə səbəb olur.

Qruit sularının səviyyəsinin təyini süxurun catlılığı və karst zonalarının olması ilə çox əlaqədardır və geoloji-mühəndis şəraitini öyrənməkdə böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki yaşayış və sənaye binalarının tikintisində və bu obyektləri su ilə təmin etmək üçün axtarış işlərinin aparılmasında mühüm Yer tutur.

Geoloji-mühəndis axtarışlarında sürüşmələrin öyrənilməsi, xüsusilə uzunmüddətli aparılır ki, sürüşmənin baş verməsinin səbəblərinin və dinamikasının öyrənilməsinə kömək etsin. Bunu öyrənmək üçün elektrik kəşfiyyatından, yüksək dəqiqlikli maqnit və mikroseysmik üsuldən istifadə olunur.

Süxurların fiziki-mexaniki xassələrinin geofiziki üsulla öyrənilməsi bu işlərə sərf olunan xərcin azalmasına və əmək məhsuldarlığının artmasına səbəb olur. Ən vacib və birinci məsələ geoloji-mühəndis axtarışlarında öyrənilən sahələrin sıxlığının öyrənilməsindən ibarətdir. Bu işləri qravimetrik və nüvə-geofiziki üsullarla (qamma-qamma planalma) aparılır. Bu axtarışlar Yer səthində quyularda, mədənlərdə şaxtalarda aparılır. Qeofiziki üsulları kompleks şəkildə istifadə etməklə, seysmik, seysmoakustik, ultrasəs ölçmələri ilə süxurların dinamik elastiklik xassələrini öyrənməklə, müqayisə yolu ilə statik parametrlərə keçmək mümkündür.

Hidrogeoloji və geoloji-mühəndis axtarışlarında geofizika üsulundan istifadə olunması hər gün genişlənir. Tədqiqatın qarşısında duran məsələlər genişlənir və geofizika elminin özünün inkişaf prosesi baş verir. Bunların hamısı tələb edir ki, ümumi geofizika və xüsusi geoloji-mühəndis ədəbiyyatları ilə müntəzəm şəkildə tanış olmaq və onlardan istifadə etmək olduqca vacibdir.

XXX Fəsil
YER QABIĞININ DƏRİN QATLARININ ÖYRƏNİLMƏSİ VƏ
REGIONAL TEKTONİK RAYONLAŞMA ZAMANI
GEOFİZİKİ DƏLİLLƏRİN ARAŞDIRILMASI

Çökmə qatın metamorfik və maqmatik komplekslərdə birinci 5 km hüdudunda quruluşunu planda, eləcə də kəsilişdə bilavasitə geoloji və (o cümlədən, quyu qazma ilə) kompleks geofiziki üsullarla öyrənirlər.

Bir neçə on kilometr dərinlikdə fiziki proseslərin və maddənin

halı, tərkibi, quruluşu haqda həqiqi məlumatlar geofiziki

dəlillərdən, təhlilin dən irəli gəlir. Bundan başqa ksenolitləri

bilavasitə öyrəndikdə maddənin tərkibi, vəziyyəti haqda alınan

məlumatlar geofiziki dəlilləri nəzərə çarpacaq dərəcədə

tamamlayır. Ksenolit maqmatik süxurların daxilində başqa tərkibə

malik olan qırıntılara deyilir. Yer qabığında və üst mantiyada

gedən prosesləri və fiziki şəraiti düzgün dərk etmək üçün

eklogitlərin öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Ehtimal ki,

eklogitlər metamorfik süxurlara aiddir, bunlar böyük təzyiq və

temperaturalarda əmələ gəlirlər. Bundan başqa, mülahizələr də

mövcuddur, hansı ki, eklogitlərin maqmatik süxurlara aid

olmasını, yəni qabbronun abissal forması kimi baxılır. Yer

qabığının öyrənilməsi üçün qarşıya qoyulan geoloji məsələ və problemlərin öyrənilməsi nəzərə çarpacaq dərəcədə geofiziki materiallara əsaslanır və ondan çıxır.

Elmi-texniki inqilabın müvəffəqiyyətləri geofiziki üsulların texniki və nəzəri mükəmməlləşdirilməsinə gətirib çıxarır, xüsusi ilə böyük dərinliklərin öyrənilməsində alınan nəticələrdə özünü göstərir. Cihazların həssaslığının artması yeni araşdırma üsullarının yaranması və EHM-dən geniş istifadə olunması Yer qabığının bir neçə on kilometrə qədər dəqiq öyrənilməsinin əlverişli olduğunu göstərdi. Yer qabığı haqda ilkin məlumatlar seysmologiyanın dəlillərindən alındı. Hal-hazırda Yer qabığının və üst mantiyanın quruluşu haqda dəlilləri, düzgün məlumatları partlayış seysmologiya üsulu ilə alırlar. Təbii elektromaqnit sahənin qeydi və hesablanması imkanları maqnitotellurik zondlama üsulunun əsaslarının üzərinə düşür, bu da süxurların elektrik keçiriciliyini 100-200 km dərinlikdə öyrənməyə imkan verir.

Anomal maqnit sahənin nəticələrinin təhlili maqnitə həssas süxurların paylanması qiymətləndirməyə imkan verir, anomal potensial sahənin materiallarının təhlili partlayış seysmologiyasının dəlilləri ilə kompleksdə dərin parçalanma zonalarını ayırmağa imkan verir. Termometriyanın nəticələrinin təhlili maqnit kəşfiyyatının dəlilləri ilə birlikdə Yer qabığının maddələrinin vəziyyətinin qiymətləndirilməsində və Kürü nöqtəsinə uyğun səthlərin paylanmasının öyrənilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Yer qabığının və üst mantiyanın quruluşu və orada gedən proseslər Yer qabığının üst hissəsinin quruluşuna müəyyən təsir edir, burada faydalı qazıntıların əsas hissəsi cəmlənir.

Tədqiqatçılar geofiziki dəlilləri ümumiləşdirib təhlil edərək Yer qabığında və üst mantiyada bir neçə on kilometr hüdudunda cəmlənmiş maddələrin quruluşu, tərkibi və vəziyyəti haqda geoloji-geofiziki təsəvvür əldə edirlər.

Axır vaxtlar maqmatik süxurların tərkibi və filiz qurşağında Yer qabığının qalınlığı arasında sıx əlaqə olduğunu qeyd etmişlər. Bunların yerləşməsi dərin regional parçalanmalarla müşayiət olunur və geofizikanın dəlillərinə əsasən bir neçə on kilometr dərinliyə qədər uzanmışdır.

Axır bir neçə on illikdə Yer qabığının və üst mantiyanın öyrənilməsi prosesində əməli və nəzəri tədqiqatların nəticələri geofizikaya sərbəst elm kimi baxmağa imkan verir.

§123. Yer qabığının və üst mantiyanın geofiziki üsulla öyrənilməsi.

Yer qabığının öyrənilməsi iki böyük seysmik üsulla aparılır.

1) Nəzarət olunan, düz, əks olunan, refraksiya, sinan, uzununa və eninə dalğalara əsaslanan üsullardan istifadə olunur.

2) Zəlzələlər zamanı yaranan səthi dalğalara əsaslanaraq istifadə olunan üsullar. Səthi dalğalar Yer qabığının böyük hissəsində az təfəsilatlı parametrlərin qiyməti ilə təyin olunur. Böyük, güclü

partlayış, süni dalğalardan fərqli olaraq səthi dalğalar Yer qabığının böyük hissələrində parametrlərin orta qiymətini az təfəsilatla təyin etməyə imkan verir, həqiqətdə isə səthi dalğaların araşdırılması Yer qabığının quruluşu haqda sərbəst faktiki məlumatlar verir.

Hər bir seysmik üsul özünəməxsus dalğaya əsaslanır, əks olunan, sınıan dalğalar öyrənilən mühitin qeyri bircinsliyi hesabına əmələ gəlir. Əks olunan dalğalar üsulunda (ƏDÜ) kritik mühitə qədər və kritik mühitdən sonrakı əks olunmanı qeyd edirlər, sınıan dalğalar üsulunda isə baş dalğaları qəbul edirlər. Mübadilə dalğa üsulunda ya təkə əks olunan dalğa, ya da təkə keçən dalğa öyrənilir. yüksək (5-100 hers) və alçaq (5-50 hers) tezlikli dalğaları fərqlənirlər.

Seysmologiyada və partlayış seysmologiyasında zəlzələlərin yaratdığı elastiki dalğalara baxılmaqla bərabər heç bir təhrif olunmadan uzununa və eninə dalğaları, müxtəlif növ mübadilə, keçən səthi dalğalarını qeyd edirlər.

§124. Yer qabığının öyrənilməsində seysmologiyanın

dəlillərindən istifadə olunması. İlk dəfə olaraq seysmologiya

Yer qabığının okeanın və kontinentin altında müxtəlif quruluşa

malik olması haqda məlumatı, Yer qabığının qalınlığı və Yer

qabığında yerləşən maddələrin fiziki parametrlərini

qiymətləndirməyə imkan verdi. Stasionar seysmik stansiyalarda

zəlzələləri sutkalıq müşahidə edirlər. Seysmoloji stansiyaların

şəbəkəsi bütün Yer kürəsini əhatə edir.

Zəlzələ mərkəzindən Yerın səthi boyunca həm uzununa, həm də

eninə dalğalar yayılaraq səthi dalğalar Reley (L_R yaxud Q) və

Lyava (L_O) seysmik stansiyalarında seysmoqraflar qoyulur və bu

torpağın şaquli və horizontal yerdəyişmələrini qeyd edir. Zəlzələ

mərkəzində yaranan uzununa sferik dalğa Yerın səthindən keçərək

aşağı dərin qatlara keçdikcə səthlərdən əks olunmağa başlayır.

Eyni bir sürətlə sərhəd boyu hərəkət edən uzununa və eninə

dalğalar toplanaraq dalğalar yaradır, buna Reley dalğaları deyilir.

L_R dalğası interferensiya dalğalarıdır, şaquli müstəvi üzrə yayılaraq polyarizasiya olunur. Reley dalğalarında hissəciklərin hərəkət trayektoriyası ellips formasında olur. Reley dalğalarının gərginliyi rəqs mərkəzinin yerləşdiyi dərinliyin azalması yəni dalğa cəbhəsinin əyrilik radiusunun azalması ilə eksponential qanunla artır. Reley dalğaları dərinlikdən asılı olaraq sönür, dalğa mərkəzinin çox dərinlikdə yerləşməsi nəticəsində Reley dalğaları hiss olunmur, bu da dərin fokuslu zəlzələlərin olmasını göstərir. Mərkəz arasında məsafənin artması ilə həcmi dalğalar səthi dalğalara nisbətən tez sönürlər, ona görə də böyük məsafələrdə səthi dalğalar həcmi dalğalardan intensivliyinə görə güclü olurlar. Lyava dalğaları interferensiya olmuş səthi dalğalardır və üfüqi olaraq polyarizasiya olunub. Bunlarda hissəciklər dalğanın yayılma istiqaməti perpendikulyar rəqsi hərəkət edir. Dalğa cəbhəsinin yayılma sürətinə həcmi dalğanın yayılma sürəti deyilir. İnterferensiya olunmuş rəqslərin cəbhəsi yoxdur, buna

görə də səthi dalğaların yayılma sürəti faza və qrup dalğa sürəti ilə təsvir olunur.

İnterferensiya olunan dalğanın ayrı-ayrı harmonik hissələrinin yayılma sürətinə faza sürəti deyilir. Qrup sürət isə impulsun maksimum əyilmə sürətidir. Qrup və faza sürətləri aşağıdakı

münasibətlə bağlıdırlar.
$$v = \frac{v_f}{1 - \frac{\omega}{v_f} \frac{dv_f}{d\omega}}$$

Burada $V_{qr.}$ qrup, V_f faza sürətidir. ω isə dalğanın tezliyidir.

Yayılan dalğanın faza sürəti tezlikdən asılıdırsa, onda dalğa dispersiyaya malikdir. Nə vaxt ki, faza sürəti tezlik artdıqca azalırsa, onda dalğa normal dispersiyaya malikdir ($V_{qr.} > V_f$) əksinə olan halda ($V_{qr.} < V_f$).

Lyava dalğalarının yayılma sürəti dalğanın uzunluğundan asılıdır, yəni L_o dalğası dispersiya olunur. Reley dalğasının dispersiyası Yer qabığının laylardan ibarət olması ilə əlaqədardır. Bircinsli fəzada Reley dalğaları yayıldıqda dispersiya olunmur. Səthi

dalğaların sürəti təxminən məkanda uzununa dalğaları 0,9-f bərabərdir.

Yer qabığının quruluşu müxtəlif l.dwhkw səthi dalğaların qiyməti ilə təyin olunur. Səthi dalğaların çıxışının tapılması sürətin hesablanmasının ən zəif yeridir, çünki Reley dalğaları dispersiya olunur. İkinci çətinlik də ondan ibarətdir ki, Reley və Lyava dalğaları bir-birinin üzərinə düşür, ancaq Reley dalğaları seysmoqrammada şaquli komponentlə qeyd olunur, burada Lyava dalğası olmur.

Müşahidə olunan dispersiya əyrilərinin araşdırılması Yer qabığının müxtəlif nəzəri modellərinin qurulmasından ibarətdir və müşahidə olunan dispersiya əyrisi ilə yaxşı uyğun gələn nəzəri modellərin seçilməsindən ibarətdir. Səthi dalğaların araşdırılması zamanı Avrasiyanın şərq hissəsi üçün Yer qabığının üst qatının 33 km qalınlığa malik olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Yer qabığının okean və kontinent altında müxtəlifliyinin təyini imkanı yarandı. Şəkildə nəzəri dispersiya əyrisi (2-4) modeli üçün: su layının

qalınlığı 5,57 km-də elastik dalğanın sürəti 1,52 km/s və sıxlığı 1 q/sm³ bunun altında yatan eyni qalınlıqlı əsas süxur layında uzununa dalğanın yayılma sürəti 6,9 km/s, eninə dalğanın sürəti 3,18 km/s, sıxlığı 2,67 q/sm³ təsvir olunur. Maxaroviç səthi (M) bu layı altda yatan ultraəsasi süxurlarda yayılan uzununa dalğaların 8,1 km/s sürətinə bərabər götürülməsi ilə eninə dalğaların 4-6,8 km/s sürəti ilə və 3 q/sm³ sıxlıqla ayrılır.

Reley dalğalarından başqa Yer qabığının quruluşunu öyrəndikdə Lyava dalğalarından istifadə olunur. Şəkildə qalınlığı 6 və 15 km olan bazalt qatında iki nəzəri dispersiya əyrisi verilmişdir. Bu layda uzununa dalğaların yayılma sürəti 3,71 km/s-ə bərabərdir, və altda yatan qat üçün 4,5 km/s-dir. Sürüşmə modulun nisbəti $\mu_2/\mu=1,76$ ya bərabərdir.

Səthi dalğaların təhlili Yer qabığının asılı olmayan üsulunu verir. Bunun müvəffəqiyyətlə tətbiq olunması üçün okean və kontinentdə səthi dalğaların qaçma yolunu ciddi ayırmaq lazımdır.

Səthi dalğaların araşdırılması Yer kürəsində üç növ Yer qabığı ayırmağa imkan verir – okean, kontinent (qitə) keçid.

§ 125. Yer qabığının növləri və geofiziki təsviri və onun geoloji təbiətinin təyini. «Yer qabığı» termininin məzmunu geoloji dəlillərin toplanması, təhlili və ümumiləşdirilməsi prosesində təkamülə məruz qalıb. Bu termini şüşəyabənzər substrat kristallik qabıqdan fərqləndirmək üçün istifadə edirlər.

1909-cu ildə yuqoslav seysmoloqu A.Maxaroviç aşkar etdi ki, zəlzələ baş verdikdə seysmik dalğanın yayılma vaxtını seysmoqrammadan hesabladıqda uzununa dalğaların sürətinin müəyyən sərhədlərdə sıçrayışla dəyişməsinə fərz etmək lazımdır 8,0-8,25 km/s.

Hal-hazırda Yer qabığının alt sərhədini Maxaroviçin səthi kimi qəbul edirlər, yaxud onu Moxonun sərhədi adlandırırlar.

M sərhədini uzununa dalğanın sürəti ilə 7 km/s və bundan böyük laydakı sürətlə 8,0-8,25 km/s ayırırlar.

Geofiziklər «qranit», «bazalt» çatlar terminindən istifadə edirlər, bu çatların tərkibini təsvir etmir, sadəcə olaraq seysmik kəşfiyyatda qranit bazalt süxurları üçün dalğanın müxtəlif sürəti ilə təyin olunur. «Qranitoid» lay termini sinonim kimi layda uzununa dalğanın 5,5-6,5 km/s sürəti kimi istifadə olunur. Bazaltda və qabbroda dalğanın sürəti 6,25-7 km/s-dir, ona görə də Yer qabığını bu sürətlə təsvir edən qatı şərti «bazalt qatı» adlandırırlar.

§ 126.Yer qabığının tipləri. Yerin xarici kövrək qabığı (litosfer) 70-dən 400 km-ə qədər dəyişir. Litosfer bazalt, qranit qabığını və ultraəsasi hissənin üstünü bura daxil edir. Qabıq üst mantiyadan Moxoroviç sərhadı ilə ayrılır. Litosfer daha özülü qatda yerləşir, buna astenosfer deyilir. Astenosfer yüksək temperaturu və plastikliyi ilə təsvir olunur. Ərimə baş verən temperaturaya solidus temperaturu deyilir. Solidus izotermi üstündə litosfer yerləşir, bu izotermdən aşağıda astenosfer yerləşir. Konkret ərimə

temperaturu süxurun maddi tərkibindən və suyun olmasından asılıdır. Belə güman olunur ki, bu temperatur nəmli süxurlar üçün 1000°C və quru süxurlar üçün 1200°C təşkil edir. Maddənin qismən (1-10%) əriməsi uzununa dalğaların yayılma sürətinin azalması ilə sübut olunur. Astenosfer ilə litosfer arasındakı sərhəd ehtimal ki, kəskin fərqlənmiş, o V_3 elektrik keçiriciliyi və temperaturun artması ilə ayrılır. Şəkildə Yer qabığının quruluşunun modeli göstərilmişdir. Bu təxminən litosferin üçdən birini, yaxud yarısını əhatə edir.

Seysmik dəlillərin təhlili əsasında 4 tip Yer qabığı ayrırırlar:

kontinental, subkontinental, suboceanik, okeanik (şəkil). Mak

Donald daha dəqiq ayrımlar apararaq 5 tip Yer qabığı ayırmışdır:

1) normal okean tipli; 2) cürbəcür normal okean tipli, bazalt qatın qalınlığının artması ilə fərqlənən; 3) keçid tipli, çox da böyük olmayan okean tipli hövzə üçün səciyyəvi olan; 4) cavan, az qalınlıqlı tektonik kontinental; 5) kontinental, hansı ki, qranit və metamorfik süxurlardan ibarət geniş qalxanlar inkişaf edir.

Okean qabığında M sərhədi okean səviyyəsindən 10-11 km aşağıda yerləşir. Onun yığılmış süxurlarının orta qalınlığı 5 km-ə yaxındır, bu qatda uzununa dalğaların yayılma sürəti 6,4-6,9 km/s-dir. Okean qabığında 6 km/s sürətli qat yoxdur (qranit) və 0,7 km/s yaxın sürətlə təsvir olunur (qalınlığı 1 km-ə yaxın mantiyada 8,2-8,4 km/s). Qabıq sıxlaşmamış və az sıxlaşmış çöküntü ilə örtülüdür. Seysmologiyanın dəlilləri göstərir ki, kontinental massivlərdə (qalxanlarda) Lyava dalğalarının faza sürəti artır, lakin Sakit okean qabığında və kontinentin tektonik aktiv zonalarında isə azalır. Cənubi Amerikada və Avstraliyada astenosferdə qalxan, altında az sürətli layın (0,1-0,2 km/s) Sakit okeanın altındakı daha dərinlikdə başlanması ehtimal olunur. M sərhədi Yer kürəsinin bütün ərazilərində yayılmışdır, ondan əks olunan dalğalar istinad dalğaları adlanır. M səthi düzənlikdə girintili-çıxıntılıdır, amplitudu 5-10 km-dir, orogen qurğuların birləşmə zonalarında amplituda 10-15 km-dir. Avrasiya qitəsində

qabıgının qalınlığı orta hesabla 50 km, bəzi Yerlərdə isə 70 km-ə çatır.

Üst hissədə çökmə qat sürətin böyük qradiyenti (3-5 km) ilə təsvir olunur. Çox dərinədə yerləşmiş çökmə süxurlarda sürət dəyişən işarəli qradiyentlə fərqlənir. Çökmə qatı qalınlığı 0-dan 20 km-ə qədər dəyişir.

Müxtəlif quruluşlarda (qalxımda, qədim və cavan qırışıqlıq ərazilərində 10-30 km dərinlik hüdudunda lay aşkar olunub ki, dalğanın azalmış qiyməti ilə təsvir olunur, yəni sürətin inversiyası müşahidə olunur. Sürətin inversiyası süxurun tərkibi ilə yox, bu dərinlikdə təzyiq və temperaturun təsiri ilə izah olunur.

Yer qabıgının keçid tipli zonası kontinentdən okeana qədər Yer qabıgının və üst mantiyanın horizontal istiqamətdə xassələrinin və quruluşunun kəskin dəyişməsi, M səthinin relyefinin mürəkkəbliyi və qalın çökmə qatla təsvir olunur.

§ 127. Qlobal plit tektonikası. İndiki yüz illiyin 60-cı ilinə qədər geologiyada geniş faktiki materiallar toplanmışdır. Materikin geoloji quruluşu, təfsilatı ilə göstərilmiş, onun hüdudunda ayrı-ayrı geoloji regionlar ayrılmışdır. Yer səthinin 2/3 hissəsini əhatə etmiş okeanın öyrənilməsi nəticəsində prinsip etibarı ilə yeni geoloji konsepsiya hazırlanmışdır. Müəyyən edildi ki, bütün okeanın dibinin relyefi vulkanik materialdır, okean dibinin lojasının püskürmə süxurları bazaltlardan ibarətdir. Qitə şelflərindən kənarında dərin sular altında quyu qazma ilə yalnız təbaşirin və paleogenin cavan süxurları çıxmışdır (150 mln ilə qədər).

E.K.Bullard göstərmişdir ki, okean dibinin lojasının əmələ gəlməsi geoloji yaşın 4%-ni təşkil edir. Məlum olmuşdur ki, qitələr çox qədimdir, nəinki okeanlar, okean ortası uzanan sualtı dağ silsiləsindən ibarətdir. O, Lena çayının mənsəbindən başlayaraq Şimal Buzlu Okeandan keçib İslandiyanı və Atlantik okeanı, Cənubi Afrikanı kəsərək, Hind okeanına dönür, Hind okeanında okean ortası sualtı dağ silsiləsi iki qola ayrılır: biri Ədən körfəsinə

və Qırmızı dənizə uzanır, o biri Avstraliya ilə Antarktida arasında Sakit okeana uzanır. Silsilənin qılıcının eni 30 km-lik vadilərə bölünüb (riftlər). Rift seysmik fəaldır, orada zəlzələlərin mərkəzi yerləşir (episentrlər). Ora müasir lavalarla doludur, bazaltlarla təqdim olunub və qızğın istilik seli ilə təsvir olunur. Silsilənin qılıcı və rift vadiləri eninə parçalanmalarla yerini dəyişmişlər. Mərkəzi rift vadisində okeanın dibinə əmələ gəlir. Bu vadinin divarlarının çatlaması və hərəkəti hesabına əmələ gələn çatlarla lava tökülməsi hesabına yaranır. Bu proses xətt boyunca uzanmış maqnit anomaliyasının yaratdığı müsbət və mənfi zonalarından ibarətdir. Şəkildə orta okean dağ silsiləsinin rift zonasında zolaq şəklində ΔT anomaliyası göstərilmişdir, mərkəz hissəsindən eninə transform qırılmaları keçir. Müəyyən olunmuşdur ki, okeanın dibinin yüksək hissələri maqnitli süxurlardan ibarətdir. Maqnit anomaliyasının qiyməti göstərir ki, maqnitlənməyə fəal kütlənin üst kənarı okeanın dibinin səthində yerləşir.

Rift zonasında zolaqlı maqnit anomaliyası axıb tökülən lavanın soyuması zamanı qalıq maqnitləşmə vektorunun istiqamətini özündə əks etdirir. E.K.Bullardın dediyi kimi əgər Yerin maqnit sahəsinin dəyişmə diapazonu məlumdursa, bu zolaqları okean dibinin əmələ gəlmə izoxronu kimi baxmaq olar. Qütb yerdəyişmələrinin yaşını paleomaqnit və radioaktiv üsullarla öyrənirlər. Paleomaqnit üsulla hər bir zolağı əmələ gətirən yaşının təyini, radioaktiv üsulla təyin olunan yaşla təsdiq olunur. Bu Sakit və Atlantik okeanında dərin su altında çox sayda qazılan quyulardan götürülən nümunələrdən alınan məlumatlardan təyin edilmişdir.

İki qonşu plitənin sfera üzərində biri-birindən aralanma hərəkətində olduğunu Eyles tənliyindən istifadə olunaraq təyin edilir. Bu nisbi hərəkət şaquli oxun yaxınlığında hərəkətini fırlanma hərəkəti kimi təsvir etmək olar. Oxun keçdiyi nöqtə spredinqin qütbü adlanır. Bu nəzəriyyəyə əsasən plitələrin hərəkətinin bərpa modeli təbaşir dövrünə qədər dəyişmə xüsusiyyətləri göstərilmişdir. Maqnit

kəşfiyyatına və dərin sualtı quyu qazmaya əsasən yeni okean dibinin əmələ gəlməsinin sürəti dağ silsiləsi oxunda 2-20 sm/il olduğu təyin edilmişdir. Bu sürət çox böyükdür, 100 milyon il ərzində plitə üfüqi istiqamətdə 20.000 km hərəkət etdirməlidir, təxminən Yerin ekvatorunun uzunluğunun yarısı qədər. Deməli, elə proseslər mövcuddur ki, okean qabığı üst mantiyaya qayıdır və sonra yenidən okean dibində lavanın axıb tökülməsi şəklində və maqmatik intruziya şəklində dağ silsiləsinin oxunda yenidən yaranır, qırılmış zonalarda ΔT anomaliyası yaxşı göstərir, Δg - ayrısı göstərir ki, M sərhədi nov zonasında okeandakına nisbətən daha dərinə yerləşib.

Geoloji olaraq zəlzələ qurşağı ada qövsündə, okean novunda və andezit vulkan zonasında əmələ gəlir (Sakit okean ərazisində, İndoneziya, Karib dənizi, Cənubi Amerika ilə Antarktida arasında Skoşa qövsü rayonunda). Seysmologiyanın dəlillərinə əsaslanaraq elə zonalər qeyd olunub ki, burada plitələr aşağı üst mantiya üfüqi səthə bucaq altında batırlar. Dərin olmayan zəlzələlər dənizə tərəf

dönən, dərin fokuslu zəlzələlər isə quruya tərəf çevrilmiş zonalarda əmələ gəlir.

Plitələrin batma sxemi zəlzələ zamanı əmələ gələn dalğaların sürəti ilə yenidən qurulur, soyuq batan plitədə sürət rliətəni əhatə edən isti süxura nisbətən böyükdür.

Üç növ əsas plitə sərhədi məlumdur: cavan qabıq əmələ gələn orta okean dağ silsilələri, transform parçalanmaları, hansı ki, plitələr biri-birinə nisbətən hərəkət edir, nov sərhəd qitə ilə okean arasında olur (E.K.Bullard, 1975). Bu plitələrin sərhədləri zəlzələ xəritələrində izlənilir, bu da onların hərəkətini və inkişaf tarixini izləməyə imkan verir. Paleomaqnit tədqiqatlar qitə plitələrinin dreyfinin öyrənilməsinin ən vacibidir, əlavə olaraq fərz olunur ki, süxur əmələ gəldiyi dövrdə mövcud olan Yerin maqnit sahəsi istiqamətində maqnitlənir və geoloji vaxt miqyasında özünün ilkin maqnitlənməsinin heç olmasa bir hissəsini saxlayaraq bizim dövrə qədər gətirib çatdırır (A.İ.Xramov).

Qalıq maqnitlənmənin təbəşirdən kəmbriyə qədər geoloji dövrləri üçün ölçmələrinin nəticələrinin ümumiləşdirilərək maqnit qütbünün vəziyyəti və qədim en dairəsinin bərpa olunmasına nail olurlar (Cədvəl 1-ə bax). Məlum olmuşdur ki, hər bir dövr üçün qitələrin qədim en dairələri qitələrin müasir vəziyyətinin en dairələrinə uyğun gəlmir, bu da qitələrin dreyfinin mövcud olmasının sübutudur.

Qitələrin dreyfinin fərziyyəsini verən A.V.Veqenerin dediyi kimi qitə plitələri okean plitnin üzərində sürüşür, ancaq müasir təsəvvürlər göstərdi ki, qitə plitələrinin dreyfi okeanın dibi ilə birlikdə hərəkət edir.

Geoloji dəlillərin təhlili göstərdi ki, qitənin həqiqi sərhədi qitə şelfinin sahil xətti yox, onun xarici qurtaracağı olur. Bəzi rayonlarda məsələn qərbi Afrikada 2 milyard yaşa malik olan süxurlar şərqdə yatan 500 mln yaşlı çökmə süxurlarla təmasdadır. Bu süxurun ayrılma xüsusiyyəti ilə Braziliyada olan süxurlarda təkrar olunur, onda şimali, cənubi Amerika, Avropa və Afrika bir

qitə kimi birləşmiş olublar. Maqnit xətti anomaliyası Atlantik okeanının açılmasını izləməyə imkan verir, hərçənd ki, bu proseslərin bəzi hissəsi məlum deyil (məsələn, Karib dənizi və Arktika arxipelaqının Qrenlandiya ilə birləşməsi rayonu). Nov rayonlarında plitələrin parçalanıb dağılması baş verir, ancaq qranit plitəsi yüngül olmasına baxmayaraq üst mantiyanın daha sıx maddəsinə bata bilmir (şəkil). Zəncirvari andezit vulkanları yuxarı qalxan yavaş əriyən plitələrlə əlaqədardır. Qitələrin ayrılma prosesi Qırmızı dəniz rayonunda Ədən və Kaliforniya körfəzlərində müşahidə olunur.

Əgər plitələrin hərəkəti böyük həcmli faktiki geoloji-geofiziki dəlillərlə təsdiq olunduğu halda, onun hərəkət mexanizmi bir neçə fərziyyə üzərində qurulur. Məsələn, güman olunur ki, plitin hərəkəti istilik konveksiyası hesabına olur, enerji mənbəyi isə radioaktiv qızma ola bilər.

Neft-qaza əlverişli olan çökmə hövzələrin əmələ gəlməsi və təsnifatı qlobal plit tektonikası ilə əlaqədardır.

Dünyanın ən böyük neft, neft-qaz ehtiyatı Afrika və Asiya plitələri arasında yerləşib.

Hər hansı ərazinin geoloji quruluşunu geofiziki üsulla tədqiq etdikdə çöküntülərin quruluşu və yerləşdiyi şərait, həmçinin maqmatizmin təzahürü kompleksdə öyrənilir. Geofiziki materialların geoloji araşdırılmasından sonra tektonik rayonlaşma işləri aparılır.

Geofiziki üsulun üstü bir neçə kilometrədən çox qalın çökmə əmələ gəlmələrlə örtülmüş ərazilərin və çox dərinə batmış özülün geoloji quruluşunu tədqiq etdikdə çox böyük rol oynayır. Tektonik rayonlaşmada geofiziki üsulla həll olunan əsas məsələ tədqiq olunan ərazinin əsas quruluş elementlərinin yerləşdiyi yerini, qarşılıqlı əlaqəsini və xüsusiyyətini öyrənməyə gətirib çıxarır.

Regional tektonik rayonlaşmada kompleks geofiziki və geoloji tədqiqatlar qarşısında aşağıdakı böyük problemlər qoyulur: platformanın quruluşunun öyrənilməsi, qırıqlıq ərazilərini, böyük tektonik-quruluş elementlərinin sərhədlərinin öyrənilməsi.

Özülün qırışıqlıq, dərinə batmış metamorfikləşmiş əmələ gəlmələrinin geofiziki üsulun köməyi ilə tədqiqində özülün yerləşdiyi dərinlik, onun səthinin relyefi və daxili quruluş elementləri, eyni zamanda maddi tərkibi, özülün daxilində, həm də onun səthinə çıxan maqmatik əmələ gəlmələr təyin olunur.

Regional məsələlərin həllində və tektonik rayonlaşmada bütün geofiziki üsulları kompleksdə istifadə etmək vacibdir: qravi - kəşfiyyat, maqnit kəşfiyyatı, elektrik və seysmik kəşfiyyatlar.

Havadan maqnit Yer səthində qravikəşfiyyat planalmanın nəticələri 1:200000, 1:100000 miqyasda bilavasitə tektonik rayonlaşmada istifadə olunur.